

**Universidade de Lisboa**



Relatório da Prática de Ensino Supervisionada

**Os Modelos, os Softwares e a Didáctica da Geometria**

Rute Barradas Luzio Santos

Mestrado em Ensino de Artes Visuais

2011

**Universidade de Lisboa**



Relatório da Prática de Ensino Supervisionada

**Os Modelos, os Softwares e a Didáctica da Geometria**

Rute Barradas Luzio Santos

Orientador científico:

Professor Doutor António Trindade

Mestrado em Ensino de Artes Visuais

2011

## **Agradecimentos**

Ao Orientador Científico de Geometria, Professor Doutor António Trindade, por todo o apoio científico e disponibilidade prestada. Agradeço ainda o interesse e colaboração concedidos durante todo o processo de elaboração do presente trabalho.

Ao Colégio José Álvaro Vidal – Fundação CEBI, de Alverca, que consentiu e incentivou todas as actividades desenvolvidas no âmbito do Estágio Pedagógico.

A todos os alunos da turma do 9ºA, de Educação Visual, que partilharam todos os momentos de ensino e aprendizagem, do ano lectivo 2010/2011, com um interesse e boa disposição gratificantes.

Por último, mas igualmente importante, agradeço também a todos os colegas do Colégio José Álvaro Vidal com os quais desenvolvi e realizei actividades extremamente enriquecedoras para a prática profissional docente, especialmente à querida colega e amiga, a professora e artista Natércia Gamboa.

## **Resumo**

**PALAVRAS-CHAVE:** Mestrado em Ensino, Estágio Pedagógico, Ensino de Educação Visual, Geometria, Modelos Digitais, Modelos Reais.

No âmbito do Mestrado em Ensino de Artes Visuais e com o objectivo de desenvolver novos recursos e metodologias de ensino para a disciplina artística de Educação Visual, desenvolveu-se um processo de investigação que culminou no presente trabalho escrito. A disciplina de Educação Visual, no 9º ano de escolaridade, divide-se por vários conteúdos, alguns deles directamente relacionados com geometria e, mais especificamente, os sistemas de representação rigorosa. A mestranda e docente da turma do 9ºA do Colégio José Álvaro Vidal, desenvolveu modelos geométricos digitais e reais, totalmente originais, que foram, uns apresentados aos alunos, outros construídos pelos mesmos, de forma a facilitar a aprendizagem de conceitos mais abstractos e estimular a capacidade de visualização espacial.

Assim, são apresentados todos os elementos e fases inerentes ao processo escolar e referentes aos conteúdos abordados, mas também todo um trabalho de análise e investigação de práticas relacionadas com a utilização didáctica de modelos, tanto digitais como reais. A elaboração dos exercícios de geometria, nomeadamente os enunciados, surge aqui fundamental para a qualidade do ensino, contrariando a situação corrente que se tem revelado insuficiente neste campo.

## **Abstract**

**KEYWORDS:** Master's Degree in Education, Teaching Practice, Visual Arts Education, Geometry, Digital Models, Real Models.

Under the Master's Degree in Visual Arts Education and with the purpose of developing new teaching resources and methodologies for the artistic subject of Visual Arts, it has been developed a research process that culminated in this written work. In the 9<sup>th</sup> grade, Visual Arts are divided into a variety of contents, some of them directly related to geometry and, more specifically, to the accurate representation systems. The master's student, who is also teacher of Class 9A in Colégio José Álvaro Vidal, developed completely original digital and real geometric models, which were presented to the students or built by them, in order to promote the learning of more abstract concepts and stimulate spatial visualization ability.

Thus, not only all the elements and phases concerning the school process and the covered contents are presented here, but also a huge work of analysis and research of practices related to educational use of models, both digital and real. The development of geometry exercises, namely those already referred, appears as critical to the quality of education, opposing to the present situation that has proved to fail in this field.

# Índice

<b>Introdução</b>	<b>6-7</b>
<b>1. O Processo Escolar</b>	<b>8</b>
1.1 O Enquadramento da unidade curricular	8-9
1.1.1 Fundamentação	9-11
1.1.2 Síntese histórica	11-20
1.2 Caracterização da escola	21-26
1.3 Caracterização da turma	27-28
1.4 Estratégias de ensino: objectivos e problemas	29
1.4.1 Dupla Projecção Ortogonal	29-31
1.4.2 Método Europeu de Representação	31-32
1.4.3 Axonometrias	33-34
1.5 Planificação das aulas e sumários	35-38
1.6 Materiais utilizados	39-40
1.7 A avaliação: procedimentos	41-43
1.8 Estatística da avaliação	44-46
1.9 Reflexão sobre a avaliação precedente	47-49
<b>2. O Desenho Assistido por Computador e a Didáctica da Geometria</b>	<b>50</b>
2.1 Os softwares: características e sua adaptação	50-53
2.1.1 Geometer`s Sketchpad	53-54
2.1.2 Poly	54-55
2.1.3 Stella 4D	55
2.1.4 Cabri	56
2.1.5 CaR Metal	56-57
2.1.6 Cinderella	58
2.1.7 Solid Works	58-60
2.1.8 Auto CAD	61-62
2.1.9 SketchUp	62-67

<b>3. Os Modelos no Contexto da Unidade Didáctica</b>	<b>68</b>
3.1 A aprendizagem com recurso aos modelos	68-75
3.2 Os modelos digitais	76-80
3.3 Os modelos reais	81-87
 <b>4. Os Exercícios no Contexto da Unidade Didáctica</b>	 <b>88</b>
4.1 Dupla Projecção Ortogonal	88
4.1.1 Os enunciados	88-89
4.1.2 Resolução	90-94
4.2 Método Europeu de Representação	95
4.2.1 Os enunciados	95-97
4.2.2 Resolução	98-100
4.3 Axonometrias	101
4.3.1 Os enunciados	101-103
4.3.2 Resolução	104-106
 <b>Conclusão</b>	 <b>107-108</b>
 <b>Bibliografia</b>	 <b>109-111</b>
 <b>Anexos</b>	 <b>112</b>
Anexo 1 – Planificação da Unidade Didáctica	113-116
Anexo 2 – Planificação Curricular de Longo Prazo	117-118
Anexo 3 – Planificação Curricular de Médio Prazo	119-122
Anexo 4 – Fichas de estudo	123-134
Anexo 5 – Fichas de avaliação	135-144
Anexo 6 – Fichas de avaliação para PEI	145-152
Anexo 7 – Enunciados para construção dos modelos	153-156
Anexo 8 – CD com as animações/modelos digitais	157-158

## Introdução

O trabalho de análise e investigação apresentado no presente relatório decorreu no ano lectivo 2010/2011, no Colégio José Álvaro Vidal, no âmbito da disciplina de Introdução à Prática Profissional IV, do Mestrado em Ensino de Artes Visuais. O mesmo explicita de forma objectiva e estruturada todo o processo de ensino e aprendizagem que perdurou por quarenta e dois tempos lectivos e correspondeu à Unidade Didáctica do Desenho Rigoroso e os Sistemas de Representação, que se dividiu, por sua vez, em três conteúdos principais: a Dupla projecção Ortogonal, o Método Europeu de Representação e, por último, as Axonometrias. O grupo de investigação compreendeu uma turma do 9º ano, mais especificamente os alunos que frequentaram a disciplina de Educação Visual, dentro do grupo de disciplinas opcionais que compõem a oferta formativa das Expressões.

A prática pedagógica permitiu aplicar os conhecimentos teóricos adquiridos ao longo de três semestres e praticar estratégias e metodologias novas de ensino. Foi, assim, um processo de aprendizagem efectiva, devidamente acompanhado pelo Orientador Científico, o Professor Doutor António Trindade. Finalizada a prática de ensino foi iniciado o registo escrito do presente relatório. O objectivo deste trabalho é apresentar e fundamentar as metodologias aplicadas durante a prática de ensino, que incluíram a elaboração de modelos geométricos digitais e reais, a partir de um processo de investigação. Tal investigação incidiu em modelos de ensino já utilizados e em softwares de geometria e de CAD (desenho assistido por computador) para, posteriormente serem realizados modelos e animações digitais desenvolvidos de raiz pela docente e mestranda. Todo o processo é acompanhado por uma reflexão inerente ao mesmo, com descrição dos passos percorridos e colocando em evidência aspectos considerados determinantes.

O relatório está, assim, organizado em IV capítulos que ultrapassam a simples descrição de todo o processo escolar e abrangem de forma aprofundada todo a investigação e desenvolvimento realizados em torno dos recursos de ensino utilizados – os modelos geométricos digitais e reais. Os exercícios desenvolvidos pela mestranda, tanto ao nível dos enunciados como da respectiva resolução, adquirem também destaque durante todo o processo e, consecutivamente, no relatório.

No capítulo I – *O Processo Escolar* – estabelece-se o enquadramento da Unidade Curricular no âmbito do programa de Educação Visual para o 3º ciclo do ensino básica, sem descorar um enquadramento histórico e o desenvolvimento dos sistemas de projecção ao longo da história. É, ainda, realizada uma descrição sumária da escola e de todos os



recursos físicos e humanos, assim como da turma do nono ano que interveio no processo de investigação. Este capítulo é complementado com uma descrição exímia de todas as estratégias de ensino utilizadas bem como dos restantes procedimentos inerentes à actividade docente, concluindo com uma reflexão.

O capítulo II – *O Desenho Assistido por Computador e a Didáctica da Geometria* – aborda a questão do desenvolvimento de softwares específicos para o ensino dos conceitos geométricos e as possíveis vantagens para uma eficiente aprendizagem por parte dos alunos. Posteriormente é feita uma descrição sintetizada das principais características de alguns softwares de geometria bem como de CAD, considerados pertinentes para o ensino da mesma, no nível escolar em causa.

O capítulo III – *OS Modelos no Contexto da Unidade Curricular* – inicia com uma análise sobre práticas pedagógicas que integram a utilização de modelos, tanto digitais como reais, e nas vantagens das mesmas. Posteriormente são apresentados e descritos os modelos digitais elaborados pela mestrandia em software apropriado, que foram trabalhados em aula com os alunos, como recurso de ensino. Por último são apresentados os modelos reais elaborados, uns pelos alunos, mediante enunciado fornecido pela docente, outros pela própria. Estes modelos, juntamente com os modelos digitais, constituíram ferramentas de ensino fundamentais para a compreensão de conceitos abstractos e compreensão de determinadas relações geométricas espaciais.

Por último, o capítulo IV – *Os Exercícios no Contexto da Unidade Curricular* - apresenta todos os enunciados e respectivas resoluções dos exercícios referentes aos três conteúdos constituintes da Unidade Didáctica: a Dupla projecção Ortogonal, o Método Europeu de Representação e as Axonometrias. Os exercícios e a correcta estruturação dos enunciados revelaram-se fundamentais para uma boa aprendizagem dos conceitos e entendimento da aplicação dos mesmos.

Em anexo, juntamente com outros documentos fundamentais para a compreensão do relatório, está integrado um CD que inclui todas os modelos digitais criados pela mestrandia em software CAD, o SketchUp.

# CAPÍTULO I – O Processo Escolar

## 1.1 O enquadramento da Unidade Didáctica Curricular

A Lei de Bases do Sistema Educativo e, conseqüentemente, o Currículo Nacional do Ensino Básico, integram objectivos muito específicos do âmbito artístico, de forma a desenvolver no sujeito diversas dimensões através dos seguintes eixos estruturantes: *fruição - contemplação, produção - criação e reflexão - interpretação*. Por sua vez, investigações iniciadas no século XX na área da Psicologia Educativa introduziram novas directrizes para a disciplina de Educação Visual, tanto teóricas, como práticas. O antigo paradigma expressionista (no qual a criação artística era uma questão puramente subjectiva) deu, assim, lugar a métodos educativos estruturados. Na disciplina de Educação Visual esses métodos articulam os três eixos já enumerados operacionalizando-os em competências específicas a atingir pelos alunos e que se integram em dois núcleos principais: o primeiro, a comunicação visual e, o segundo, os elementos da forma. Uma dessas competências enumeradas pelo Currículo Nacional do Ensino Básico e que está directamente relacionada com a Unidade Didáctica em estudo – O desenho rigoroso e os sistemas de representação - é a seguinte: “compreender a geometria plana e a geometria no espaço como possíveis interpretações da natureza e princípios organizadores das formas”<sup>1</sup>.

O referido documento propõe a organização dos conteúdos por Unidades Didácticas que englobem diferentes estratégias de aprendizagem e avaliação. Por sua vez esses conteúdos submetem-se a áreas essenciais como: os meios de expressão plástica, o desenho, as explorações plásticas bidimensionais e tridimensionais e as tecnologias da imagem. Os conteúdos que servem de base para o desenvolvimento deste trabalho integram-se nessa área essencial que é o desenho, não como atitude expressiva e livre, mas como instrumento para a representação rigorosa de formas.

“A apresentação de projectos de arquitectura, de design e de engenharia, permitirá aos alunos a aprendizagem da leitura de mapas, plantas, cortes, alçados e noções de ergonomia e antropometria. Permitirá a utilização de instrumentos de rigor e a aplicação de algumas convenções como o desenho cotado e as escalas”<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> **Ministério da Educação**, *Currículo nacional do ensino básico: competências essenciais*, Ministério da Educação, Departamento de Educação Básica, Lisboa, 2002, p.160.

<sup>2</sup> **Ministério da Educação**, *Currículo nacional do ensino básico: competências essenciais*, Ministério da Educação, Departamento de Educação Básica, Lisboa, 2002, p.163.

O Plano de Organização do Ensino-Aprendizagem refere ainda:

“Finalmente devemos salientar que o DESENHO é o exercício básico insubstituível de toda a linguagem plástica, bem como constitui uma ferramenta essencial na estruturação do pensamento visual. Nessa medida, deve ser desenvolvida de forma sistemática, nomeadamente em registos livres, registos de observação ou na representação rigorosa”<sup>3</sup>.

Por sua vez, a Unidade Didáctica – **O desenho rigoroso e os sistemas de representação** – desdobra-se em três conteúdos principais de ensino: a Dupla Projecção Ortogonal, o Método Europeu de Representação e, finalmente, os Sistemas Axonométricos.

### 1.1.1 Fundamentação

Segundo o Plano de Organização do Ensino-Aprendizagem, proposto pelo Ministério de Educação, até ao oitavo ano de escolaridade (que se assume para muitos alunos como um ano terminal da disciplina de Educação Visual) os alunos devem conhecer e explorar dois dos sistemas já referidos: a Dupla Projecção Ortogonal e o Método Europeu de Representação. A frequência no nono ano de escolaridade da respectiva disciplina não é comum a todos os alunos, tendo a mesma passado a integrar um conjunto de disciplinas opcionais pertencentes ao ramo das expressões. No entanto, o mesmo documento propõe a aprendizagem dos sistemas axonométricos apenas no nono ano de escolaridade tornando-se, assim, o único ano lectivo no qual os alunos trabalham todos os sistemas de representação rigorosa, de forma sequencial, permitindo-lhes estabelecer relações entre os mesmos e compreender a aplicabilidade de um em detrimento de outro.

Assim, o nono ano de escolaridade na disciplina de Educação Visual, surge como um campo de trabalho e pesquisa sobre as aprendizagens dos alunos, extremamente fértil no que se refere ao desenho rigoroso e sistemas de representação. Como tal, estudar e analisar a disciplina e a Unidade Didáctica no nono ano de escolaridade, apresenta todas as vantagens para a compilação de resultados e conclusões férteis para o ensino da disciplina tanto no presente como num futuro próximo. Note-se, ainda, que para muitos alunos que frequentam por opção a disciplina, a mesma constitui-se como base, não apenas para as disciplinas de carácter plástico-expressivo que frequentarão no décimo ano

---

<sup>3</sup> **Ministério da Educação**, *Reorganização curricular do ensino básico, Princípios, medidas e implicações*, Departamento da Educação Básica, Lisboa, 2001, p.3.

de escolaridade, mas igualmente para a disciplina fundamental de Geometria Descritiva. Assim, nesta fase preparatória, os alunos devem ser confrontados com problemas e exercícios de geometria e representação rigorosa que estimule o pensamento abstracto e o raciocínio lógico em simultâneo. Estes alunos situam-se, assim, numa fase de charneira e mudança para um ensino mais exigente com as suas capacidades de abstracção (e que incidirá essencialmente na Dupla Projecção Ortogonal/Método de Monge), sendo fundamental que o professor lhes forneça materiais e métodos de ensino que os capacite para esse salto transitório.

Para além dos resultados essenciais pretendidos que estão enumerados no documento do Plano de Organização do Ensino Aprendizagem, os alunos, durante e após a aprendizagem dos sistemas de representação já referidos, obterão um desenvolvimento mental mais elevado, proporcionado pelo tipo de raciocínio utilizado que se baseia numa visualização espacial abstracta e no pensamento lógico. A geometria é, ainda, um elemento estrutural da transformação das partes do conhecimento num todo na medida em que desenvolve nos indivíduos a passagem do concreto para o abstracto e o retorno ao concreto. Segundo Piaget<sup>4</sup> evolui-se de um pensamento operativo concreto para um pensamento operativo formal que já inclui a formulação de hipóteses, pela planificação, pela sistematização e pela abstracção, sendo esta definida como a representação mental de objectos ou acontecimentos que não possuem uma realidade concreta, definição que se aplica ao cerne da geometria descritiva. No entanto, estudos comprovam que actualmente o acesso às operações formais dá-se mais tarde do que meio século atrás e muitos adultos nunca chegam a atingir uma estrutura operativa formal. Tal facto constitui-se como uma razão imperativa para a inclusão da passagem do concreto para o abstracto como um objectivo educativo. Infelizmente o que acontece, muitas vezes, nas instituições escolares é que muitos alunos não mantêm, ao longo dos anos, uma relação de continuidade com conteúdos estruturantes da geometria e não conseguem operacionalizar problemas relacionados com a representação de formas no espaço. Tais constatações derivam de um problema de base: a falta de coerência e solidez na transição das aprendizagens previstas para o Ensino Básico para o Ensino Secundário. A agravar este problema encontram-se as recentes alterações do currículo da Geometria Descritiva que parecem não ter sido desenvolvidas a partir das investigações sobre o desenvolvimento cada vez mais tardio

---

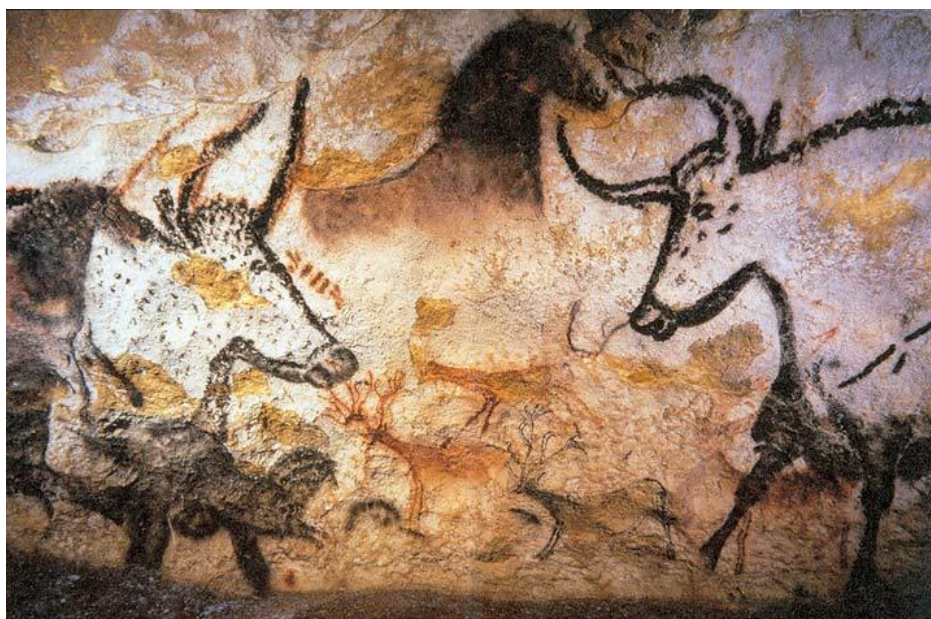
<sup>4</sup> Montoya, A., *Piaget: imagem mental e construção do conhecimento*, Editora UNESP, São Paulo, 2005, p.41.

das capacidades de abstracção. Assim, este estudo apresentado na forma de relatório incide também em práticas que tentam colmatar essa descontinuidade tão observada. É ainda de notar o desenvolvimento na vertente social dos alunos, por interiorizarem o sentido de rigor que aplicarão mais tarde na sua vida profissional e social.

No âmbito dos resultados pretendidos pelo Ministério da Educação para estes conteúdos encontramos os seguintes: no que refere à Dupla Projecção Ortogonal, a representação técnica de objectos; no que refere ao Método Europeu, a representação de objectos pelas suas vistas, o conhecimento das noções de contorno, corte, medidas, escalas e cotas, utilizando a linguagem gráfica convencional; finalmente, no que refere às Axonometrias, o conhecimento dos vários sistemas de representação axonométrica, a representação de objectos simples e a capacidade de conversão das vistas numa representação axonométrica e vice-versa.

### 1.1.2 Síntese Histórica

“Na superfície lisa, meio asséptico ainda não corrompido, opôs-se o espírito que pela matéria riscante deu forma ao sonho, deu corpo à figura, fez do plano o espaço simbólico de todas, ou quase todas, as representações. Em ziguezagues imprecisos, com linhas que ondulam sobre a irregularidade da superfície, se repetem itinerários, se reproduzem espaços vividos, se cria a noção de espaço experimentado. Ter-se-á começado assim em Altamira, Lascaux e Foz Côa”<sup>5</sup>.



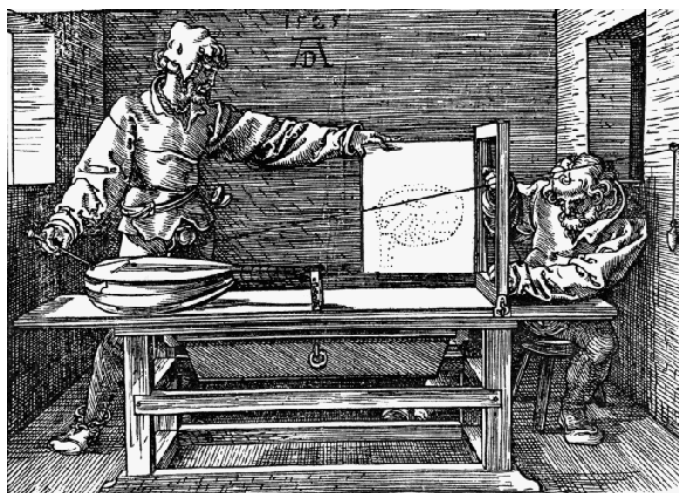
**FIGURA 1** – PINTURA RUPESTRES NAS GRUTAS DA LASCAUX (15.000 A 10.000 a.c.)

<sup>5</sup> **Murtinho, V.**, *Geometria : transversalidades de sistemas de representação*, In: Boletim da APROGED, nº22. Porto, 2003, p.7.

Com estas palavras Vítor Murtinho inicia a sua reflexão publicada no Boletim da Aproved e intitulada de *Geometria: transversalidades de sistemas de representação*. Desde sempre o Homem revelou um impulso quase vital para criar discursos de representação que se foram diferenciando ao longo dos tempos. Na civilização grega a imagem tornou-se o vício de uma sociedade, o recurso indispensável para aqueles que estavam sedentos de visibilidade, mesmo que simbólica. A ânsia por domínio de tudo em redor levou o homem a criar regras, métodos e teorias consistentes de forma a desenhar as medidas geradoras estruturantes dos objectos e elementos naturais e, para isso, socorreu-se de entidades geométricas como pontos, rectas, superfícies e sólidos. Assim os corpos dos elementos das coisas do universo subjugaram-se a leis de construção que depressa reclamaram por metodologias de transformação do abstracto e do concreto em material operável em duas dimensões mas que evocasse a tridimensionalidade. Na génese de qualquer sistema de representação esteve uma necessidade, um objectivo onde a formalização desse sistema constituiu uma resposta, sendo que o primeiro registo de caracterização de um sistema com carácter universal foi talvez ensaiado por Vitruvius<sup>6</sup> nos seus dez livros sobre arquitectura. Na opinião do arquitecto as representações elaboram-se de três formas as quais nomeia de: *ichnographia* (planta), a *orthographia* (alçado) e a *scenographia*, sendo que esta última não está desvendada podendo, no entanto, associar-se aos princípios da perspectiva. No entanto, foi no Renascimento italiano que o processo prévio conducente à posterior edificação, tal como hoje se entende, foi estruturado. E foi, ainda, a Renascença a responsável pelo desenvolvimento do método representativo por excelência: o sistema cónico, ou seja, a perspectiva que se assemelha ao fenómeno perceptivo e com um baixo nível de abstracção e fácil legibilidade que se tornou numa linguagem natural de comunicação.

---

<sup>6</sup> Vitruvius, M., *Los diez libros de arquitectura*, Linkgua, Barcelona, 2008, p.25.



**FIGURA 2** – CONSTRUÇÃO DA PERSPECTIVA CÓNICA POR ALBRECHT DURER

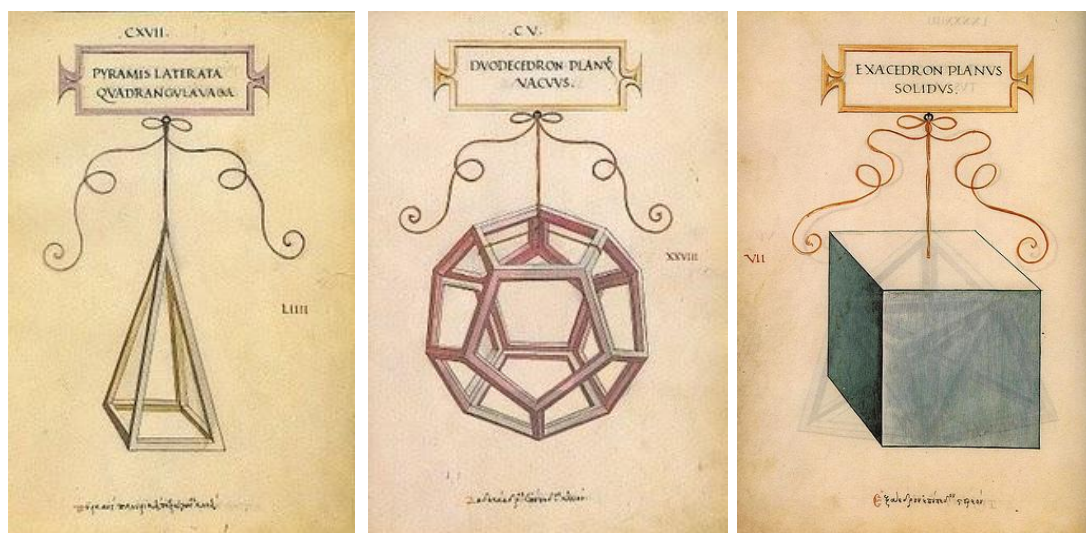
Mais tarde Gaspard Monge<sup>7</sup>, motivado por ideais republicanos, definiu os dois objectos da sua geometria descritiva, ajudando a sistematizar um processo de dupla projecção ortogonal já conhecido e usado. O autor fornece os métodos para representar com rigor nas duas dimensões da folha de desenho, os corpos da natureza; o segundo objecto consta em fornecer a maneira de reconhecer e, depois da descrição exacta das formas dos corpos, deduzir todas as verdades resultantes das suas formas e das suas posições relativas. A geometria de Monge é o método eleito para a caracterização fiel de todos os elementos que ocupam o espaço e na bidimensionalidade do plano configura-se a dimensão tridimensional. Para ultrapassar as dificuldades de representação da morfologia dos terrenos, os topógrafos desenvolveram durante o século XVIII métodos auxiliares, primeiro com a introdução da linha de nível e depois com a definição das cotas relativas. No entanto, o primeiro trabalho de levantamento planimétrico foi desenvolvido por Leon Battista Alberti, uns séculos antes, e registado num livro intitulado *A representação da cidade de Roma*.

As primeiras representações mais intuitivas são as axonometrias, tanto as obtidas por projecção oblíqua como por projecção ortogonal, sugerindo uma grande legibilidade. É inquestionável que existiram imagens na arte romana que se aproximaram deste tipo de representação, no entanto foi na Renascença que este método ganhou maior impacto mesmo não tendo sido sistematizado. Muitos dos desenhos que Leonardo da Vinci fez

<sup>7</sup> **Monge, G.**, *Geometria descritiva, Lecciones dadas en las Escuelas Normales en tercer año de la República*, Imprensa Real, Madrid, 1803, p. 8.



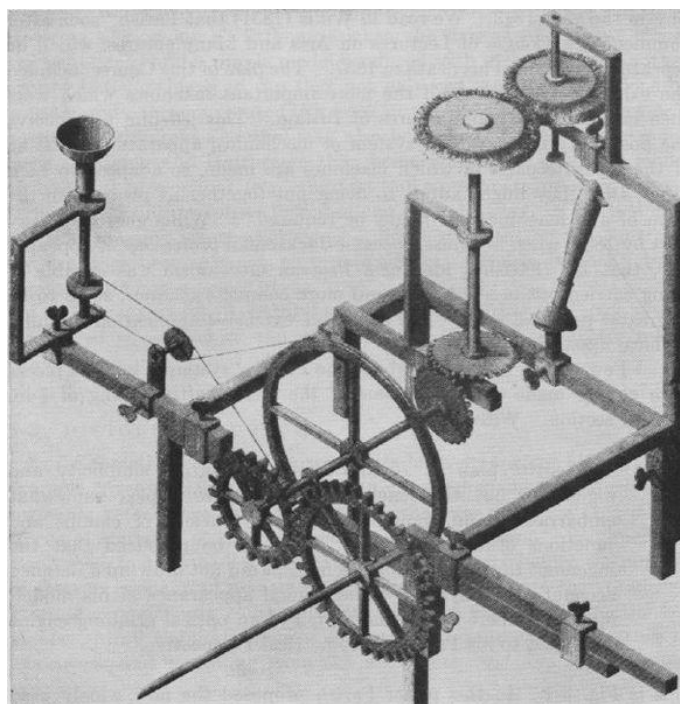
como apêndice do livro sobre a Divina Proporção de Luca Pacioli, são representações rigorosas muito próximas da axonometria clinogonal.



**FIGURAS 3, 4 e 5** – DESENHOS DE LEONARDO DA VINCI PARA O LIVRO A *DIVINA PROPORÇÃO* DE LUCA PACIOLI (1509)

É de referir, ainda, os desenhos descritivos de matriz mecânico-funcional de Mariano Taccola. A partir da segunda metade do século XVI tornou-se comum a utilização da perspectiva militar na tratadística sobre fortificações. No entanto, apenas na segunda década do século XIX surgiu o primeiro texto sobre perspectiva isométrica, da autoria de William Farish e, mais tarde, as representações dimétrica e trimétrica, pelos géometras alemães. Uma das características fundamentais da representação axonométrica é que exclui qualquer código de leitura extraordinário, sendo muitas vezes um processo eleito para a descrição de diferentes objectos. Assim, pressupõe-se que todos os sistemas de representação partem do princípio da projecção sobre um plano e todos pressupõem a existência de um espaço associado a um referencial tri-ortogonal. Sendo todos de extrema importância, a escolha de um em detrimento de outro vai depender do objectivo da representação.





**FIGURA 6** – FIGURA DA OBRA *ISOMETRICAL PERSPECTIVE* DE FARISH, 1820

No âmbito da história do ensino da geometria descritiva há que referir o carácter ideológico com que se iniciou e que esteve muito próximo daquilo que determinou a Revolução Francesa de 1789. Gaspard Monge, um entusiasta da Revolução, foi Ministro da Marinha até Abril de 1793, participou na fundação da Escola Naval, foi fundador da Escola Politécnica, dirigiu a expedição científica ao Egipto e foi nomeado Presidente do Instituto do Egipto e, só mais tarde, com a Restauração foi privado de todos os seus cargos. Na obra *Géométrie Descriptive. Leçons donnés aux écoles normales, lan 3 de la republique* publicaram-se as nove primeiras lições dadas por Monge na Ecole Normale. As aulas da Ecole Normale que lançaram a Geometria Descritiva começaram em Janeiro de 1795 com alunos recrutados por toda a França e o corpo docente compreendia o melhor da cultura científica francesa. A escola vinculou-se à intenção de definir uma formação que serviria como referência a outras escolas da nova República. Com a Revolução Industrial a dar os seus primeiros passos, Monge acreditava que para todos os níveis de produção era necessária uma formação especializada e tal como Lavoisier, foi um dos primeiros a formular um plano de educação nacional. A ideia principal derivava da crença numa educação correcta que se propagaria por toda a nação. O currículo da Escola Normal integrava a teoria e a prática para beneficiar uma formação de carácter mais técnico

conveniente para as manufacturas e, nesse contexto, a Geometria Descritiva converteu-se numa matéria chave para a educação técnica francesa. Monge integrou também o curso na contemporânea Ecole Centrale des Travaux Public, enriquecendo-o nos seus conteúdos, e que depressa mudou o seu nome para Ecole Polytechnique. Para a formação comum de engenheiros civis e militares considerava-se necessário o ensino da matemática, da física e da química, sendo que a Geometria Descritiva era um dos pilares formativos da matemática. No que refere ao adjectivo “descritiva” a decisão de Monge não foi arbitrária ao aplicá-lo. No século XVIII desenvolveram-se certas ciências – como a botânica, a zoologia, a mineralogia – como ciências descritivas que destacavam a importância da descrição dos fenómenos em oposição à especulação. Para além deste factor, no século XIX desenvolve-se um positivismo científico que destaca tudo o que é objectivo e verdadeiro. São precisamente estes dois factores que exigiram que a representação gráfica seja descritiva antes de ser expressiva ou simbólica.

As academias reais do Antigo regime acabaram por ser substituídas por instituições também nomeadas de academias e que, no século XIX, exerceram o poder despótico do que ainda hoje chamamos de academismo. Será o despotismo “napoleónico” da Geometria Descritiva que determinará no século XIX uma concepção de educação racional e normativa através das instituições de ensino do Estado. Por este tempo Ciência, Academia e Poder relacionavam-se directamente e refira-se a amizade profunda que existia entre Gaspard Monge e o próprio Napoleão que se apresentou no Institut National em 1797. Assim, a Geometria Descritiva em particular e a ciência em geral vieram preencher o lugar do classicismo academista de meados do século XVI, tornando-se símbolo de prestígio e poder.

Em simultâneo com estes acontecimentos em França em torno do ensino da Geometria Descritiva, na Grã-Bretanha foi proposto um sistema de desenho técnico ao serviço da nova indústria que estava desvinculada das ideologias francesas e que explica a diferença do modelo anglo-saxão que perdurou até hoje. As diferenças entre as duas tradições influenciaram as mudanças de atitude no ensino do Desenho Técnico ao longo de todo o século XIX. Apesar de nas gerações anteriores a Geometria Descritiva estar presente num grande número de instituições escolares, o ensino actual de desenho técnico com tradição anglo-saxónica é, de forma geral, mais prático e os alunos desconhecem, muitas vezes, os pressupostos de Monge. Como exemplo da implementação da tradição não mongeniana destaca-se a obra *On Isometrical Perspective*, do seu contemporâneo inglês, o já referido William Farish.

Actualmente, no contexto português, o ensino dos pressupostos de base à geometria descritiva inicia-se no 3º Ciclo do Ensino Básico, na disciplina de Educação Visual, nos sétimo, oitavo e nono anos, com maior incidência e grau de exigência no nono ano de escolaridade. Como objectivos de aprendizagem os alunos devem, no final do terceiro ciclo, possuir os pré-requisitos necessários à compreensão da essência da Geometria Descritiva, já no ensino secundário. Assim, no nono ano a aprendizagem incide no amadurecimento de conhecimentos de conceitos geométricos bidimensional, tridimensional, paralelismo, perpendicularidade, entre muitos outros já abordados no segundo ciclo e, ainda, mais exaustivamente, no desenvolvimento de competências no sentido do aluno conseguir relacionar as respectivas projecções ortogonais com as perspectivas axonométricas. Assim, o programa de Educação Visual prevê que os alunos aprendam os princípios essenciais do Sistema de Dupla Projecção Ortogonal de Gaspard Monge e trabalhem o Método Europeu de Representação (cubo envolvente e sistema de projecção ortogonal) com um maior grau de dificuldade, ao nível da capacidade de raciocínio e pensamento abstracto. A abordagem às axonometrias deve iniciar-se apenas no nono ano, mas incidindo nas perspectivas normalizadas, ou seja, na construção de figuras geométricas sem recurso ao rebatimento tanto dos eixos como dos planos coordenados, sendo dado o coeficiente de redução e a amplitude entre os eixos (x;y;z) já projectados.

No Ensino Secundário a oferta curricular, para o curso de Ciências e Tecnologias e para o de Artes (incluídos nos cursos gerais ou científico - humanísticos) contempla a disciplina de Geometria Descritiva A, com a duração de dois anos lectivos. No entanto, esta disciplina, à semelhança de outras, é opcional dentro da componente de Formação Específica, para ambos os cursos. Assim, se optarem pela disciplina no 10º ano, os alunos realizam Exame Nacional no 11º; se optarem apenas no 11º, realizam exame no final do 12º ano. Relativamente aos Cursos Tecnológicos, o plano de estudos inclui a disciplina de Geometria Descritiva B.

Relativamente a Geometria Descritiva A, no 1º ano os alunos trabalham o sistema de Monge, dando continuidade ao mesmo ao longo de quase todo o 2º ano. Assim, o estudo das axonometrias clinogonais e das axonometrias ortogonais é realizado apenas no final do 2º ano da disciplina. No parecer da APROGED (Associação dos Professores de Desenho e Geometria Descritiva) elaborado a propósito do documento de Apresentação das Linhas Orientadoras da Revisão Curricular da Reforma do Ensino Secundário, com o objectivo de contribuir para a qualidade do ensino em Portugal, refere-se a perversidade

explícita na flexibilidade de alternativas disciplinares porque “seja qual for o conjunto escolhido, ficam sempre excluídas essenciais para uma formação que se quer estruturante e fundamental para o prosseguimento de estudos nessas áreas”. Referindo-se também à Reforma do Ensino Secundário e após o IV Encontro Nacional da APROGED, Abreu Pessegueiro expôs igualmente o seu parecer quanto a novas práticas e experiências no ensino da disciplina, num editorial publicado na vigésima publicação do Boletim da Associação:

“Acima de tudo deveremos garantir a qualidade do ensino da disciplina, que passa essencialmente pela aprendizagem de um conjunto de conceitos fundamentais que capacitem o aluno do Ensino Secundário a construir um conjunto de sólidas competências para que o desenvolvimento de estudo no Ensino Superior possa frutificar. Mais do que ensinar processos, compete-nos capacitar o jovem estudante da Geometria Descritiva a raciocinar de forma lateral ou divergente e, para isso, como todos sabemos, esta disciplina é riquíssima”<sup>8</sup>.

Pessegueiro refere, assim, a importância de uma boa aprendizagem no Ensino Secundário de forma a que no Ensino Superior o sucesso dos estudantes seja claramente manifesto. No entanto, é clara a necessidade de aplicar novas metodologias de ensino e oferecer aos alunos desafios e problemas que promovam as bases para esse raciocínio divergente, ainda no final do Ensino Básico e mais especificamente no nono ano. O autor reconhece essa carência quando refere:

“Quantos exemplos não temos de professores de Educação Visual que ensinam às crianças mais novas que duas rectas paralelas são aquelas que nunca se encontram? Escamoteia-se a verdade com o argumento que só assim a criança percebe o que são rectas paralelas. Será que é esse o momento para a criança perceber em toda a dimensão o que são rectas paralelas? A validação da percepção sensitiva em detrimento do raciocínio tem sido um erro frequente nos ensinos Básico e Secundário com falsos argumentos pedagógicos. Não há nenhuma pedagogia que justifique o ensino de conceitos errados ou menos correctos”<sup>9</sup>.

O actual presidente da APROGED refere, ainda, a urgência numa recusa, por parte dos docentes, de uma visão estanque da Geometria Descritiva, pois, como todas as ciências, não é imutável. A preocupação dos docentes deve centrar-se mais no conteúdo do que em questões relacionadas, por exemplo, com nomenclaturas ou processos geométricos mais ou menos complexos, sem, no entanto, descorar a exigência pelo rigor.

---

<sup>8</sup> **Pessegueiro, A.**, *O IV Encontro, novas experiências no ensino da Geometria Descritiva e a reforma do ensino secundário*, In: Boletim da APROGED, nº 20, Porto, 2003, p.4.

<sup>9</sup> **Pessegueiro, A.**, *O IV Encontro, novas experiências no ensino da Geometria Descritiva e a reforma do ensino secundário*, In: Boletim da APROGED, nº 20, Porto, 2003, p.4.

O autor defende igualmente as vantagens didácticas na utilização do computador como ferramenta, nomeadamente na criação de desenhos dinâmicos feitos pelo professor:

“Mais no Ensino Secundário do que no Superior, é necessário que o professor tenha em conta o grau de desenvolvimento das capacidades de abstracção dos seus alunos. A recorrência ao mundo visual e a utilização de processos intuitivos são hoje necessários se queremos que o jovem construa solidamente o seu mundo de conceitos abstractos. Nunca se pode abstrair a partir do abstracto e hoje, quando a realidade virtual é já recorrente, o professor terá que ter muita imaginação criadora para ombrear com esses meios”<sup>10</sup>.

A utilização de meios digitais pode e deve ser incluída logo no ensino básico tendo em conta o grau de abstracção dos alunos que frequentam o oitavo e o nono ano de escolaridade. Recorrer ao universo do visual utilizando ferramentas que facilitem a intuição é, actualmente, necessário para que os alunos compreendam e manipulem conceitos de carácter abstracto. Cabe ao docente ter imaginação para trabalhar e gerir a utilização dos meios digitais disponíveis em faixas etárias específicas, nas quais os alunos estão a ter uma primeira abordagem aos processos tridimensionais que exigem um salto para a abstracção. No entanto, estas ferramentas devem ser doseadas e fornecidas correctamente para que o aluno não iniba processos autónomos de raciocínio que são fundamentais num outro nível.

Ao nível do Ensino Superior e da investigação realizada no âmbito da Geometria Descritiva, pode afirmar-se que alguns autores encontraram outros meios para a compreensão e divulgação do sistema de monge bem como a necessidade das projecções, tornando-se mesmo desnecessária a representação plana dos objectos no espaço. O sistema espanhol, na Faculdade de Arquitectura de Barcelona, por exemplo, realiza parte dos estudos em Geometria Descritiva em torno da Geometria Digital. Esta mudança deu-se, em grande parte, devido às propostas do Professor Juan A. Sánchez Gallego, na década de 80, ao introduzir os conceitos do chamado Sistema Diédrico Directo, no qual a representação dos objectos não se radica em planos de projecção, mas sim sobre o próprio objecto. A proposta de Juan Sánchez expandiu-se tanto ao nível da docência de arquitectura como nos cursos pré-universitários, graças à sua função de coordenador da cadeira de Desenho Técnico. O professor Joaquim Maromón, influenciado por estas propostas afirma:

“Hoje em dia temos de tomar consciência que a introdução dos sistemas informáticos aplicados ao Desenho e à Geometria, não somente nos permitem dispor de novas ferramentas com capacidades executivas muito

---

<sup>10</sup> **Pessegueiro, A.**, *O IV Encontro, novas experiências no ensino da Geometria Descritiva e a reforma do ensino secundário*, In: Boletim da APROGED, nº 20, Porto, 2003, p.5.

mais potentes e complexas que o instrumental utilizado tradicionalmente, mas que além disso modifica-se de maneira radical o modo de compreender, expor e conceptualizar a compreensão espacial e a re-presentação dos objectos. (...) Os sistemas informáticos de desenho assistido, nos quais o objecto é completamente independente da sua representação, não somente se rompe com os limites que implicam controlar o fenómeno tridimensional a partir de uma imagem a duas dimensões, como também suprimem as restrições próprias de um sistema gráfico pensado para se desenvolver de forma analógica sobre um suporte material”<sup>11</sup>.

No entanto, muitos críticos consideram que estes pressupostos, ao abandonarem a chamada Linha de Terra que resulta da intersecção dos dois planos de projecção, pretendem ser uma actualização, uma proximidade da Geometria Descritiva ao desenho e o seu consequente afastamento do universo matemático mais abstracto. Afirmam, ainda, tratar-se de uma modernização apressada e superficial que quer demonstrar a capacidade de situar esta ciência na vanguarda dos tempos.

---

<sup>11</sup> **Maromón, J.**, *Experiências do ensino da geometria : com novas tecnologias na ETSAB*, In: Boletim da APROGED, nº 21, Porto, 2003, p.10.

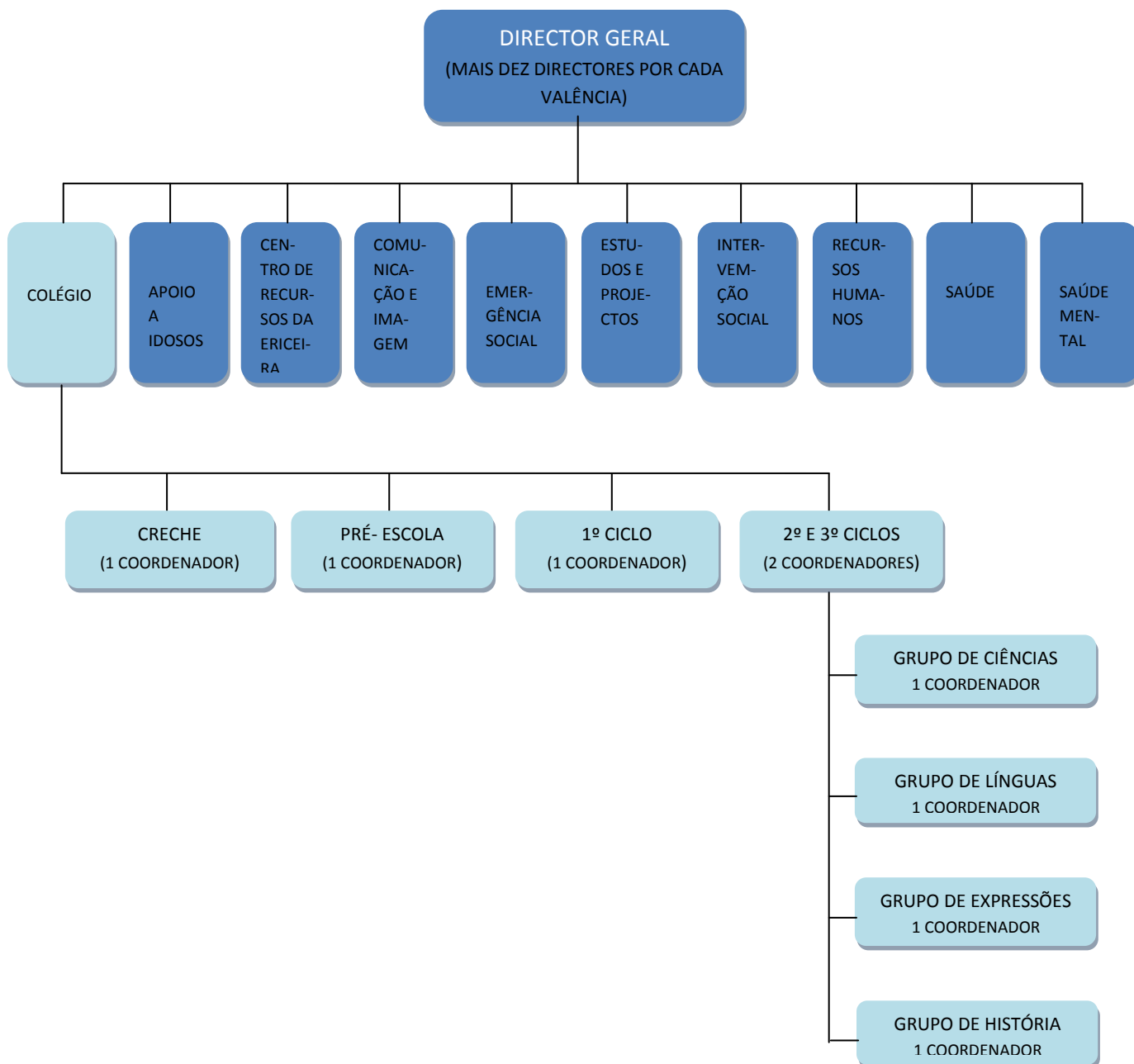
## 1.2 Caracterização da Escola

O presente trabalho de investigação, aplicação e respectiva análise foi desenvolvido no Colégio José Álvaro Vidal, um dos pólos da fundação CEBI – Centro de Bem Estar Infantil – uma Instituição Particular de Solidariedade Social (I.P.S.S), sediada em Alverca e sem fins lucrativos, que desenvolve a sua actividade, fundamentalmente, nos domínios da acção social, da educação e da saúde. A educação constitui-se como o pólo aglutinador das actividades da fundação, que recebe cerca de 1670 crianças e jovens. O Colégio José Álvaro Vidal recebeu o nome do principal inspirador e promotor do crescimento e desenvolvimento desta Fundação que abrange crianças e jovens desde a creche até ao 9º ano, num total de cerca de 1800 alunos (cerca de 500 no 2º e 3º ciclos). O CEBI iniciou as suas actividades em Alverca em 1968 como Jardim de Infância e em 1990 foi integrado o ensino básico no Colégio (recebendo o nome de Colégio José Álvaro Vidal em 1999).



**FIGURA 7 – VISTA AÉREA DO ESPAÇO DO COLÉGIO JOSÉ ÁLVARO VIDAL**





**ORGANOGRAMA 1 – OS ORGÃOS DE ADMINISTRAÇÃO E GESTÃO DO COLÉGIO JOSÉ ÁLVARO VIDAL**



## **Oferta curricular do Colégio**

Entre a oferta curricular educativa do Colégio, que capacita os alunos para ingressarem no Ensino Secundário, destaca-se o Projecto de Escola Inclusiva que garante a integração de crianças e jovens portadores de deficiências nos contextos escolares e educativos da Fundação. O Projecto de Prevenção Primária das Toxicodependências ou o Clube de Jovens são outras duas ofertas para alunos e comunidade. Relativamente à oferta curricular no domínio das línguas estrangeiras, no 2º ciclo é leccionado o Inglês e no 3º ciclo são leccionados o inglês e o francês ou o espanhol. Relativamente aos domínios artísticos e tecnológicos as ofertas de escola são: a Educação Musical, a Dança e o Teatro.

## **Caracterização sociocultural dos alunos**

Os alunos que frequentam o Colégio provêm, a nível social e económico, de estratos heterogéneos, sendo este factor um elemento de diferenciação do mesmo. Assim, as crianças que habitam no CES (Centro de Emergência Social), outro pólo da Fundação, também frequentam o Colégio, sendo-lhes atribuída uma bolsa. São, ainda, atribuídas bolsas a crianças da comunidade de Alverca e arredores.

## Caracterização dos recursos físicos e humanos

Creche	2 blocos
Pré – escola	4 blocos
1º ciclo	2 blocos:
	Sala de coordenação do 1º ciclo
	Sala de professores do 1º ciclo
	Gabinete de estudos e projectos
	Gabinete de psicologia/atendimento
	Recursos humanos
	Contabilidade
	Arrecadações
	Instalações sanitárias
2º e 3º ciclos	2 blocos:
	20 salas
	Gabinete de atendimento social
	Bar
	Sala de professores
	Gabinete da direcção
	Gabinete da coordenação
	Laboratório
	Biblioteca
	Ludoteca
	Auditório
	Sala de Música
	Sala de Educação Visual
	Arrecadações
	Instalações sanitárias
Pavilhão gimnodesportivo	Inclui:
	Sala de dança
	Sala de tetaro
	Sala de bateria
	Balneários femininos e masculinos
	Instalações sanitárias
2 rings desportivos exteriores	
Refeitório/cozinha	

**TABELA 1 – OS RECURSOS FÍSICOS**

Equipamentos electrónicos	
Quadros interactivos	4
Vídeo projectores	10
Retroprojectores	8
Computadores (professores e alunos)	35

Todas as salas estão equipadas com armários para arrumos ou com arrecadações.

**TABELA 2 – QUANTIDADE DE EQUIPAMENTOS ELECTRÓNICOS DISPONÍVEIS**

Totalidade dos ciclos que o colégio abrange	
Pessoal docente	108
Pessoal não docente	95
Monitores externos de AEC's	16

**TABELA 3 – RECURSOS HUMANOS DO COLÉGIO**

Sala de Educação Visual (3º ciclo)	
Estiradores	25
Lavatórios	1
Armários/arrumos	1
Ar condicionado	2

**TABELA 4 – RECURSOS DA SALA DE EDUCAÇÃO VISUAL**



**FIGURAS 8 E 9 – SALA DE EDUCAÇÃO VISUAL**

## Organização do grupo de expressões

O denominado Grupo de Expressões integra todas as áreas artísticas e expressivas, fazendo parte integrante do mesmo as seguintes disciplinas, do 5º ao 9º ano: Educação Visual e Tecnológica, Educação Visual, Educação Tecnológica, Teatro, Dança, Educação Musical e Educação Física. As disciplinas de Educação Visual e Tecnológica, Educação Visual e Educação Tecnológica são leccionadas por um conjunto de quatro professores; a disciplina de Teatro por uma professora; a disciplina de Dança por uma professora; a disciplina de Educação Musical por dois professores; finalmente, a disciplina de Educação Física por quatro professores. Há ainda que referir que o grupo é, actualmente, coordenado por um docente de Educação Física.

Grupo de Expressões (total de 12 docentes)	
E.V.T., E.T. e E.V.	4
Teatro	1
Dança	1
Educação Musical	2
Educação Física	4

**TABELA 5 – NÚMERO DE DOCENTES QUE COMPÕEM O GRUPO DE EXPRESSÕES**

E.V.T., E.T. e E.V.	Habilitação profissional para a docência - 1
	Habilitação própria para a docência - 3
Teatro	Habilitação própria para a docência
Dança	Habilitação própria para a docência
Educação Musical	Habilitação profissional para a docência - 1
	Habilitação própria para a docência - 1
Educação Física	Habilitação profissional para a docência - 4

**TABELA 6 – HABILITAÇÕES DOS DOCENTES DO GRUPO**

### 1.3 Caracterização da turma

Os conteúdos abordados no presente trabalho de investigação foram leccionados, ao longo de várias aulas, a uma turma do 9º ano do Colégio José Álvaro Vidal. A disciplina leccionada pela docente foi Educação Visual e a turma era composta apenas por 5 alunos, 3 do sexo feminino e 2 do sexo masculino, com idades compreendidas entre os catorze e 15 anos. O número reduzido de alunos que frequentou a disciplina pertencia à turma do 9ºA, com 26 elementos, sendo que apenas 5 optaram por prosseguir os estudos na disciplina de Educação Visual, visto a mesma constar de um leque de opções quando os alunos transitam para o nono ano. Assim, no Colégio José Álvaro Vidal, os alunos podem optar por uma das seguintes expressões: Educação Visual, Educação Musical, Teatro ou Dança.

A nível socioeconómico os 5 elementos do grupo encontrava-se a um nível semelhante e as idades também não eram discrepantes, o que, de certa forma homogeneizou o mesmo. Ao nível dos pré-requisitos e competências já desenvolvidas pelos alunos identificou-se algumas diferenças relevantes. Uma das alunas do sexo feminino já tinha ficado retida um ano de escolaridade, apresentando alguma dificuldade ao nível da aquisição de conceitos, mas não apresentando qualquer patologia ao nível cognitivo. Um dos alunos do sexo masculino, apesar de não ter sofrido retenção até ao nono ano, apresentou igualmente bastantes dificuldades de aprendizagem mas, que em parte, foram consequência de diversas carências a nível cognitivo e emocional. Assim, o mesmo usufruiu, desde o 2º ciclo até completar o 9º ano, de PEI – Projecto Educativo Inclusivo – proposto pelo Gabinete de Psicologia do Colégio e aplicado pelos docentes dos Conselhos de Turma. Este programa é realizado de forma a aplicar diferentes objectivos e graus de desenvolvimento de competências para os alunos que dele usufruem, mantendo-se os conteúdos. Ao nível da Avaliação são também aplicados elementos de avaliação diferenciados, consoante as capacidades e pré-requisitos que o aluno revela. No âmbito da disciplina de Educação Visual, por incidir essencialmente em conceitos abstractos no 9º ano, foram aplicadas diferentes competências, estratégias e elementos de avaliação para o respectivo elemento da turma. Relativamente aos restantes três elementos da turma, dois apresentaram grande facilidade de aprendizagem e bons resultados na avaliação, pelo facto de possuírem pré-requisitos facilitadores da mesma conjugados com um grande interesse pela disciplina. O terceiro elemento, apesar de apresentar alguma facilidade de aprendizagem, demonstrou possuir algum défice de concentração que, muitas vezes inibiu

a compreensão de conceitos mais elaborados. Ao nível do interesse pela Educação Visual e as Artes, no geral, apenas uma aluna apresentou bastante destaque, comparativamente aos colegas e até, um maior conhecimento da cultura e história artísticas, também ao nível do design. Assim, dos 5 elementos que compunham a turma apenas 2 revelaram certeza em seguir Artes Visuais quando ingressassem no Ensino Secundário.

No que refere ao comportamento dos alunos não ocorreu nenhum caso de indisciplina e as aulas decorreram sempre dentro da planificação prevista, o que foi permitido, em parte, pelo reduzido número de alunos e pela frequência da disciplina não ser forçada mas opcional. Assim, apesar do reduzido número de alunos que compunham a turma, pode afirmar-se que a mesma era bastante heterogénea no que respeita a conhecimentos pré adquiridos como a aptidões e para o correcto desenvolvimento da literacia artística e aquisição de conceitos de carácter abstracto.

## **1.4 Estratégias de ensino: objectivos e problemas**

As quarenta e uma aulas/tempo lectivos que incidiram na Unidade Didáctica dos Sistemas de Representação Rigorosa desenvolveram-se segundo planificação prévia na qual ficaram especificados os objectivos de aprendizagem a atingir pelos alunos. Para que tais objectivos fossem atingidos, desenvolveram-se estratégias de ensino tendo em conta os pré-requisitos apresentados pelo grupo e a sua dinâmica em contexto de aula. Assim, sendo a planificação da Unidade Didáctica um documento prévio que é realizado de forma a adaptar-se a contextos inesperados, as estratégias de ensino foram, algumas vezes, adaptadas aos mesmos. Muitas vezes os problemas detectados no momento de ensino/aprendizagem e que impediam o alcance de determinados objectivos, obrigaram a novas estratégias de ensino. Como referido anteriormente a Unidade Didáctica dividiu-se em três conteúdos abordados faseadamente, pela seguinte ordem: Dupla projecção Ortogonal, Método Europeu de Representação e Axonometrias. À medida que os diferentes conteúdos foram abordados os alunos puderam estabelecer relações e princípios conceptuais e metodológicos entre os mesmos, com objectivo de compreenderem a pertinência de aplicabilidade de um em detrimento de outro, consoante o contexto de trabalho.

### **1.4.1 Dupla projecção Ortogonal**

Relativamente a este primeiro conteúdo o Programa de Educação Visual prevê, que no final do 3º ciclo o aluno consiga “utilizar a dupla projecção ortogonal, na representação técnica de objectos”. No entanto, revela-se extremamente necessária, uma abordagem às origens históricas dos sistemas de projecção assim como às teorias de base que sustentam cada um, no sentido de evitar um ensino desenraizado e carente de sentido, tanto teórico como prático e que, em última instância, promove a memorização de “receitas” em vez do correcto entendimento de conceitos. Como tal, os alunos tiveram uma primeira abordagem ao conceito de *projecção* aplicado ao referido sistema, e que incluiu a definição do conceito de ponto, recta projectante, projecção do ponto e plano de projecção. Para facilitar a intuição do método de projecção de elementos no espaço recorreu-se a um exemplo muito próximo do quotidiano dos alunos, nomeadamente o sistema de projecção utilizado no cinema, estabelecendo-se uma relação entre os diferentes elementos que participam na projecção cinematográfica e no sistema de projecção rigoroso. Outro exemplo apresentado e que possibilitou a experiência em

contexto de aula foi a projecção de sombras no plano da parede da sala, com recurso a objectos e a um foco de luz artificial. Posteriormente os alunos aprenderam os pressupostos dos dois diferentes tipos de projecção: a Projecção Central ou Cónica e a Projecção Paralela ou Cilíndrica. Para tal recorreu-se a uma animação digital produzida em Software de construção tridimensional, o Google SketchUp, que possibilitou aos alunos visualizarem, por fases, o processo de projecção e relacionarem-se com o esquema/modelo tridimensional de uma forma mais interactiva, permitindo a rotação do mesmo e um visionamento de ângulos diferentes. A utilização do software permitiu, ainda, um melhor entendimento do conceito de infinito, próprio do espaço digital apresentado pelo software. Foi também distribuída uma ficha de estudo para complemento da aprendizagem e preparação para o momento de avaliação escrita (ver anexo 4).

A comparação dos pressupostos induzidos, com a prática diária em contexto profissional surge, igualmente, fundamental para um óptimo entendimento dos sistemas de projecção e representação rigorosa. Para tal, foram apresentados aos alunos desenhos técnicos de elementos arquitectónicos, nos quais, uma única projecção seria suficiente para comunicar uma ideia e apresentar de forma rigorosa medidas, proporções e escalas. Assim, os alunos interiorizaram a aplicação prática do sistema de projecção sobre um plano entendendo o processo, tanto para formas geométricas simples (como o ponto), passando por formas mais complexas (triângulo, quadrado, cubo) até chegar a elementos complexos como o projecto de uma casa. Além disso, foi feita uma primeira abordagem às noções de escala e cota de um desenho técnico, aprofundadas no estudo do Método Europeu de Projecção.

Após esta abordagem iniciou-se o estudo da Dupla Projecção Ortogonal, explicando aos alunos que muitas vezes, pela complexidade das relações entre os elementos geométricos no espaço, um plano de projecção não é suficiente para as comunicar. Seguidamente foi feita uma abordagem histórica a Gaspard Monge e à sua concepção do Sistema de Dupla Projecção Ortogonal, recorrendo a materiais pedagógicos facilitadores da aprendizagem que incluíram, numa fase inicial, a construção, por parte dos alunos, de um modelo real dos dois planos de projecção que permitia efectuar o rebatimento dos mesmos e, numa fase posterior, a apresentação de uma animação no software já referido (ver animação no CD em anexo). O vídeo permitiu que os alunos visualisassem uma correspondência directa entre a situação tridimensional da projecção do ponto, em qualquer um dos quadrantes, e a representação no plano bidimensional após o rebatimento. Tal, complementou os desenhos elaborados no quadro e o modelo real criado



pela turma, facilitando a capacidade de imaginação e abstracção, que foi sendo estimulada de forma progressiva e que, inicialmente, apresentou algumas restrições. A abordagem à Dupla Projecção Ortogonal limitou-se ao estudo da projecção e representação do elemento mínimo geométrico – o ponto, estando o estudo de elementos mais complexos reservado para a Disciplina de Geometria Descritiva, já no Ensino Secundário. As aprendizagens efectuadas foram aplicadas na realização constante de exercícios cujos enunciados exigiam, uns, a identificação da posição dos pontos no espaço, dadas as suas coordenadas e, outros, a representação dos pontos (abscissa, afastamento e cota) na folha de papel de forma rigorosa e recorrendo aos instrumentos de desenho auxiliares.

#### **1.4.2 Método Europeu de Representação**

Relativamente ao segundo conteúdo o Programa da disciplina prevê, que no final do 3º ciclo o aluno consiga “representar objectos pelas suas vistas no sistema europeu”, desenhando as vistas necessárias para a compreensão de um objecto e registando as suas medidas recorrendo à linguagem gráfica convencional (aplicando as noções de contorno, linha contínua, linha interrompida, espessura do traçado, escala e cota). Tal como para o conteúdo anterior as estratégias de ensino foram diversificadas e incluíram vários tipos de materiais pedagógicos sempre com o objectivo de fazer os alunos compreenderem a génese deste sistema de projecção ortogonal que recorre a seis planos de projecção (cubo envolvente) e a aplicação diária deste sistema em contexto real de trabalho, entre arquitectos e designers.

Após ter sido feita uma abordagem inicial ao funcionamento no espaço tridimensional, deste sistema, e a sua relação com a Dupla Projecção Ortogonal, já estudada, foi apresentado um vídeo/animação explicativa (ver animação no CD em anexo). O mesmo incluiu um objecto tridimensional complexo, envolvido pelo cubo (seis planos projectantes) e a formação das projecções nos planos, pelas rectas projectantes, seguida pelo rebatimento dos mesmos num único plano. Após este estudo e respectiva discussão e reflexão com a turma, os alunos realizaram um modelo real tridimensional representativo de todo o processo. Para tal construíram um objecto tridimensional e o cubo em material transparente que permitia ver, em simultâneo o interior e o desenho das projecções, também realizado pelos alunos. Seguidamente foram propostos exercícios que incluíam apenas, numa primeira fase, o desenho das seis projecções nos planos rebatidos e as

respectivas invisibilidades marcadas a traço interrompido (bem como o rigor na espessura e tipo de traçado). Depois de demonstrarem algum domínio de visualização espacial e abstracção e representarem correctamente as projecções dos objectos nos exercícios propostos os alunos observaram vários exemplos de aplicação prática deste sistema de projecção, no ramo de design industrial, aprendendo, então, as noções de cotagem, escalas de redução e escalas de ampliação. Seguiram-se exercícios cujo enunciado apresentou figuras mais complexas em perspectiva e exigiu a respectiva cotagem das projecções que, em desenho técnico podem receber o nome de vistas. Tal como no processo de ensino/aprendizagem do conteúdo da Dupla Projecção Ortogonal, as estratégias de ensino, para além do recurso a modelos digitais, reais e exercícios, foi fundamental o uso regular do quadro da sala de aula e um domínio efectivo do desenho, tanto livre, como com instrumentos auxiliares, na explicitação dos pressupostos destes sistemas. Tal demonstração também permitiu uma interacção com os alunos e a participação dos mesmos no processo de aprendizagem.

### **1.4.3 Axonometrias**

Para o terceiro conteúdo o Programa prevê que, no final do 9º ano, o aluno consiga “conceber vários sistemas de representação axonométrica e converter a representação pelas vistas numa representação axonométrica”. O 9º ano constitui-se, assim, como o único no qual os alunos aprendem a representar rigorosamente em perspectiva, sendo fundamental que sejam adquiridas bases que permitam uma transição para a disciplina de Geometria Descritiva do Ensino Secundário. Muitas vezes tem-se assistido a um ensino insuficiente que abdica do aprendizado de conceitos fundamentais para fornecer aos alunos “receitas” que, não são mais, que uma distorção desses mesmos conceitos. Inicialmente esses métodos errados parecem facilitar os processos de construção dos sistemas de representação em perspectiva mas são claramente insuficientes pois o aluno nunca chega a conhecer o sistema no espaço e os seus pressupostos que servem de desenvolvimento à representação na folha de papel. Os próprios manuais da disciplina incentivam a que os docentes ensinem erradamente os alunos com a justificação de que os mesmos ainda não têm maturidade cognitiva para entender certos conceitos. No entanto, tal ideia falaciosa inibe claramente o desenvolvimento cognitivo dos alunos que necessitam de aceder a conceitos mais abstractos para desenvolverem a capacidade de

visualização espacial.

Assim, dos objectivos principais na planificação deste conteúdo pelos tempos lectivos destacou-se a alteração dos métodos pedagógicos até então utilizados e estímulo ao raciocínio abstracto e espacial, dando aos alunos as ferramentas necessárias. Inicialmente, a par da explicação deste sistema de representação perspectivica, foi apresentado aos alunos um modelo real que simulava os três eixos ( $x;y;z$ ) e os três planos coordenados, o plano de projecção e o sólido a representar. Este modelo permitiu aos alunos criarem uma primeira representação mental do sistema de projecção, tanto o ortogonal como o oblíquo, mas não permite uma visualização exacta do percurso das rectas projectantes até intersectarem o plano de projecção. Perante a dificuldade dos alunos em apreender estes elementos mais abstractos optou-se por apresentar, posteriormente, uma animação digital (ver animação no CD em anexo), na qual o modelo já apresentava as rectas projectantes e a respectiva trajectória no espaço, complementando o modelo real previamente dado. Perante este modelo digital tornou-se mais fácil para os alunos a compreensão deste sistema de projecção/representação, assim como a relação do sistema no espaço com a representação na folha de papel.

Relativamente à aplicação das aprendizagens os alunos realizaram exercícios que permitiram a representação rigorosa, tanto das axonometrias ortogonais (isometria e dimetria) como das oblíquas (cavaleira e militar). No entanto, considerado o programa da disciplina e a extensão dos conteúdos a abordar no 9º ano, os exercícios exigiam apenas a marcação dos eixos coordenados (dados a amplitude entre os mesmos) e o desenho em perspectiva normalizada, ou seja, sendo dado um coeficiente de redução para todas as perspectivas à excepção da isometria que apresenta as medidas reais do objecto (na perspectiva normalizada). O estudo dos métodos de rebatimento dos eixos e dos planos coordenados, segundo o programa actual de Geometria Descritiva, é abordado pela primeira vez apenas no 2º ano da disciplina, quando os alunos frequentam o 11º ou o 12º. No entanto, tal como especificado nos objectivos do ensino das axonometrias no 9º ano os alunos realizaram exercícios que implicaram uma leitura das projecções ortogonais (horizontal, frontal e de perfil) de determinadas peças e posterior representação em perspectivas diferentes, estabelecendo uma comparação entre estas projecções e os dois sistemas anteriormente abordados. Estes exercícios permitem que o aluno desenvolva a capacidade de construção espacial mental, a partir de dados/elementos que se constituem como uma abstracção de elementos concretos. Assim, o estudo das axonometrias complementa o estudo do Método Europeu, permitindo ao aluno realizar o exercício

inverso, ou seja, passar do abstracto para o concreto, ambos de elevado grau de dificuldade e maturidade de abstracção.

O estudo sequenciado dos três sistemas de representação rigorosa não exclui, pelo contrário, obriga a, numa fase final, estabelecer relações entre estes, para que os alunos entendam as interdependências que existem entre todos e a pertinência da utilização de um em detrimento de outro, em diferentes contextos.

## **1.5 Planificação das aulas e sumários**

A unidade didáctica em estudo neste trabalho de investigação foi referida e especificada em três documentos diferentes: na planificação a longo prazo, na planificação a médio prazo e, por último, na planificação de Unidade Didáctica. As duas primeiras foram realizadas segundo a grelha e parâmetros aplicados no Colégio, para todas as disciplinas e, a última, foi elaborada pela docente (ver anexos 1, 2 e 3) no âmbito da disciplina de Introdução à Prática Profissional IV, do quarto semestre do Mestrado em ensino, para operacionalização do presente trabalho.

### **Sumários**

Dada a divisão da carga horária semanal, por uma aula de dois tempos (noventa minutos) e uma aula de um tempo (quarenta e cinco minutos), os sumários organizaram-se da seguinte forma:

#### **Lição nº 1**

Introdução ao estudo dos sistemas de projecção e representação rigorosa: princípios.  
Projecção Cilíndrica.

#### **Lição nº 2 e 3**

Introdução ao estudo do Sistema de Dupla Projecção Ortogonal: concepção segundo Gaspard Monge.  
Projecção do ponto no espaço: rectas projectantes, planos de projecção e ponto projectado.  
Rebatimento dos planos de projecção e representação do ponto no plano.

#### **Lição nº 4**

Continuação do estudo da representação do ponto e das suas coordenadas: abcissa, afastamento e cota.

#### **Lição nº 5 e 6**

Construção de um modelo tridimensional do sistema de Dupla Projecção Ortogonal.  
Visualização de uma animação digital do mesmo sistema.

### **Lição nº 7**

Realização de exercícios orais e em grupo.

### **Lição nº 8 e 9**

Realização de exercícios individuais: representação rigorosa no plano recorrendo aos instrumentos de desenho auxiliares.

### **Lição nº 10**

Realização de exercícios: correcção dos trabalhos de casa.

### **Lição nº 11 e 12**

Teste de avaliação.

### **Lição nº 13**

Entrega e correcção do teste de avaliação.

### **Lição nº 14 e 15**

Conclusão da correcção do teste.

Início do estudo do Método Europeu ou do Cubo Envolvente: os seis planos de projecção e respectivo rebatimento. Projecção ortogonal de figuras tridimensionais simples: visibilidades e invisibilidades

### **Lição nº 16**

Início da construção de um modelo tridimensional explicativo do rebatimento do cubo e das projecções das figuras.

### **Lição nº 17 e 18**

Conclusão da construção do modelo tridimensional.

Discussão e análise.

### **Lição nº 19**

Visualização de uma animação digital do Método Europeu: discussão e análise.

### **Lição nº 20 e 21**

Exercícios práticos: desenho rigoroso das projecções de uma peça: espessura do traço, tipos de traço.

### **Lição nº 22**

Noções de escala e representação das cotas.

### **Lição nº 23 e 24**

Exercícios práticos: desenho das projecções de peças complexas.

### **Lição nº 25**

Conclusão dos exercícios práticos.

### **Lição nº 26 e 27**

Teste de avaliação.

### **Lição nº 28**

Entrega e correcção do teste de avaliação.

### **Lição nº 29 e 30**

Início do estudo sistema de representação axonométrico: princípios.

Visualização de uma animação digital do sistema: axonometrias clinogonais e axonometrias ortogonais.

### **Lição nº 31**

Início da construção de dois modelos tridimensionais: axonometria isométrica e axonometria cavaleira.

### **Lição 31 e 32**

Conclusão da construção dos modelos tridimensionais: discussão e análise do sistema.

### **Lição nº 33**

Exercícios práticos: desenho rigoroso de perspectivas a partir de outras perspectivas.

### **Lição nº 34 e 35**

Continuação dos exercícios práticos.

### **Lição nº 36**

Exercícios práticos: desenho rigoroso de perspectivas a partir das projecções ortogonais da figura.

### **Lição nº 37 e 38**

Conclusão dos exercícios práticos.

### **Lição nº 39**

Teste de avaliação.

### **Lição nº 40 e 41**

Entrega e correcção do teste de avaliação.

Conclusão do estudo dos sistemas de projecção cilíndrica: diálogo e reflexão.



## 1.6 Materiais utilizados

Ao longo das aulas, o processo de ensino evoluiu com o recurso a diversos materiais, com origens, suportes e objectivos diferenciados, para os momentos de aprendizagem específicos. Esse conjunto de materiais incluiu os diversos equipamentos mais comuns do espaço da sala de aula, como o quadro tradicional que permitiu uma utilização rápida do desenho para a realização de exemplos, fichas de leitura e estudo e, finalmente, aqueles que se situam no centro deste trabalho de investigação – os modelos reais tridimensionais e os modelos dinâmicos digitais. Alguns modelos reais foram construídos pelos alunos, na forma de exercícios propostos e, os modelos digitais, foram elaborados pela docente em softwares de animação tridimensional.

O quadro da sala, sendo um recurso muito comum, facilita o processo de aprendizagem no momento de explicar dúvidas expostas pelos alunos que exijam um recurso rápido ao desenho. Tal material é fundamental e complementa de forma indubitável a utilização dos modelos digitais pois a sua imediaticidade e economia de tempo é inquestionável. Relativamente às fichas de estudo, as mesmas foram fornecidas aos alunos em momentos em que os conteúdos a abordar tinham um carácter mais teórico ou, em casos de sistematização e esquematização de regras dos sistemas de representação (ver anexo 4). Estas fichas tiveram como objectivo, não só introduzir alguns conceitos e servir de base de estudo, mas também, colmatar diversas deficiências do manual da disciplina que expõe os vários sistemas de representação de forma muito superficial e descontextualizada.

Os modelos, tanto os reais como os digitais, constituíram-se como os elementos fundamentais de aprendizagem. Os modelos reais, para além de permitirem o desenvolvimento inerente da motricidade fina e do rigor na construção de maquetas, facilitaram uma certa manipulação por parte dos alunos. Nesta medida, a relação aluno/objecto é real e directa, sendo fundamental, por exemplo, para a apreensão do conceito de rebatimento dos planos e da geometria/volume das formas tridimensionais. Os modelos digitais, por sua vez, permitiram criar animações, ou seja, momentos do processo de projecção, impossíveis de recriar com materiais e modelos reais. Apesar da relação objecto/aluno não ser directa mas virtual, tais vídeos permitem entender de uma forma clara conceitos mais abstractos, como os processos de projecção e as posições das rectas projectantes no espaço. Muitas vezes estes vídeos criados em softwares apropriados

permitem, ainda, colocar o observador numa posição em relação ao objecto, impossível de se estabelecer, no universo real, o que facilita a aprendizagem.

## 1.7 A avaliação: procedimentos

“No início do ano lectivo, compete ao Conselho Pedagógico da escola ou agrupamento de escola, de acordo com as orientações do currículo nacional, definir os critérios de avaliação para cada ciclo e ano de escolaridade, sob proposta dos departamentos curriculares e coordenadores de ciclo”<sup>12</sup>.

No início do ano lectivo 2010/2011, o Conselho Pedagógico do Colégio José Álvaro Vidal, perante proposta do coordenador do grupo de Expressões, aprovou a grelha dos critérios de avaliação para um conjunto de três disciplinas que integram o 2º e o 3º ciclos do ensino básico, sendo estas: Educação Visual e Tecnológica (2º ciclo), Educação Visual (3º ciclo) e Educação Tecnológica (3º ciclo). Os respectivos critérios organizam-se da seguinte forma:

Domínio de competências – 70%	
<b>Participação em aula</b> Percepção Criatividade Sentido crítico Domínio técnico	10%
<b>Exercícios de aula</b> Percepção Criatividade Sentido crítico Domínio técnico	15%
<b>Trabalhos de casa</b> Percepção Criatividade Sentido crítico Domínio técnico	10%
<b>Testes de avaliação</b> Percepção Criatividade Sentido crítico Domínio técnico Domínio de conceitos	35%
Domínio das atitudes – 30%	
<b>Sentido social</b>	5%
<b>Capacidade de intervenção</b>	5%
<b>Autonomia</b>	10%
<b>Responsabilidade</b>	10%

**TABELA 7 – CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO**

<sup>12</sup> **Ministério da Educação**, *Reorganização curricular do ensino básico. Princípios, medidas e implicações*. Departamento da Educação Básica, Lisboa, 2001, p.15.

De acordo com o programa da disciplina de Educação Visual a avaliação decorreu segundo duas modalidades: a avaliação formativa e a avaliação sumativa. A primeira constitui-se como a principal modalidade de avaliação do ensino básico, assume carácter contínuo e sistemático e visa a regulação do ensino e da aprendizagem, podendo o professor recorrer a uma variedade de instrumentos de recolha de informação, de acordo com a natureza das aprendizagens e dos contextos em que ocorrem. Este tipo de avaliação inclui, ainda, uma vertente de diagnóstico tendo em vista a elaboração e adequação do Projecto Curricular de Turma de forma a determinar estratégias de diferenciação pedagógica. Desta forma todos os intervenientes na formação do aluno (professores, encarregados de educação, etc.) recebem informação sobre o desenvolvimento das aprendizagens e competências, de modo a permitir rever e melhorar os processos de trabalho. Os procedimentos inerentes a esta avaliação são da responsabilidade do professor, em diálogo com os alunos e em colaboração com outros professores, essencialmente dos órgãos colectivos que concebem e gerem o Projecto Curricular e, ainda, sempre que necessário, com os serviços especializados de apoio educativo e os encarregados de educação.

A avaliação sumativa, por sua vez, consiste na formulação de uma síntese das informações recolhidas sobre o desenvolvimento das aprendizagens e competências definidas para cada área curricular e disciplina, dando uma atenção especial à evolução do conjunto dessas aprendizagens e competências. Esta modalidade avaliativa ocorre no final de cada período lectivo, de cada ano e de cada ciclo, sendo da responsabilidade do professor titular de turma e dos professores que integram o conselho de turma que reúnem para o efeito, no final de cada período. É, ainda, de referir que nos 2º e 3º ciclos a informação resultante da avaliação sumativa conduz á atribuição de uma classificação, numa escala de níveis de um a cinco, em todas as disciplinas, a qual pode ser acompanhada, sempre que se considere relevante, de uma apreciação descritiva da evolução do aluno.

De acordo com o referido, no âmbito da avaliação formativa que prevê diferentes contextos e naturezas das aprendizagens, podendo o docente recorrer a diferentes instrumentos de recolha de informação, recorreu-se a instrumentos de avaliação apropriados aos conteúdos abordados. Assim, incidindo as aprendizagens em conteúdos concretos e não em conteúdos de carácter mais plástico e expressivo, ou seja, mais subjectivos, os instrumentos de avaliação incluíram, para além da participação em aula e dos trabalhos de casa, a resolução de exercícios de geometria para todos os sistemas de

projectão estudados, que decorreram ao longo das aulas e, ainda a resolução de fichas de avaliação em momentos/datas específicas (ver anexo 5). É, ainda, de salientar, que o aluno com Projecto Educativo Inclusivo, após diagnóstico elaborado pelo Gabinete de Psicologia no início do ano lectivo, passou a usufruir de instrumentos de avaliação diferenciados (exercícios e testes com menor grau de dificuldade), mantendo-se as estratégias utilizadas para o restante da turma. A tabela seguinte apresenta a organização e valor de cada instrumento de avaliação, aplicados nos quarenta e um tempos de aprendizagem da Unidade Didáctica do Desenho Rigoroso e os Sistemas de Representação.

No final do primeiro período, depois de concluído o estudo da Unidade Didáctica, os alunos realizaram a auto e a hetero-avaliação, estando a primeira incluída na grelha de avaliação que culmina, como já referido, na atribuição de um nível, numa escala de um a cinco valores.

## 1.8 Estatísticas da avaliação

A Unidade Didáctica abordada, como anteriormente referido, dividiu-se em três conteúdos principais que foram avaliados separadamente. Assim, para cada conteúdo foram aplicadas fichas de avaliação específicas (ver em anexo 5): uma comum à turma e outra diferenciada para o aluno E, que usufruiu de Projecto Educativo Inclusivo. As grelhas que se seguem indicam a cotação em percentagem, atribuída a cada questão dos testes, bem como a cotação atingida pelos alunos e, ainda, a nota final, tanto a nível quantitativo (entre 0% e 100%), como qualitativo (não satisfaz, satisfaz, bom, muito bom ou excelente). Posteriormente são apresentados dois gráficos que apresentam as estatísticas dos resultados obtidos pelos alunos nos momentos de avaliação.

NOME	QUESTÃO	1.1	2	3	4	5.1	6	7	1	2	3	4	5.1	5.2	TOTAL	NOTA
	%	2	5	6	6	5	5	15	5	5	12	6	12	16	100	
ALUNO A		2	2.5	4	3	2.5	3	10	0	2	8	3	12	10	62	ST
ALUNO B		2	2.5	6	6	5	4	13	2.5	3	12	6	12	12	86	BOM
ALUNO C		2	5	6	5	5	4	12	5	3	12	6	12	14	91	MB
ALUNO D		1	5	4	3	3	2	5	2	3	6	6	12	7	59	ST
ALUNO E (PEI)		2	5	6	6	5	12	8	5	5	12	8	12	14	67	ST
		2	5	4	2	3	6	6	3	3	8	4	11	10		

**TABELA 8 – RESULTADOS DO TESTE Nº 1**

INTRODUÇÃO À GEOMETRIA DESCRITIVA E DUPLA PROJEÇÃO ORTOGONAL

NOME	QUESTÃO	1.1 (desenho das seis projecções)	1.2 (cotagem da peça)	TOTAL	NOTA
	%	80	20	100	
ALUNO A		60	10	70	ST
ALUNO B		79	18	97	MB
ALUNO C		77	18	95	MB
ALUNO D		63	12	75	BOM
ALUNO E (PEI)		25	5	30	NST

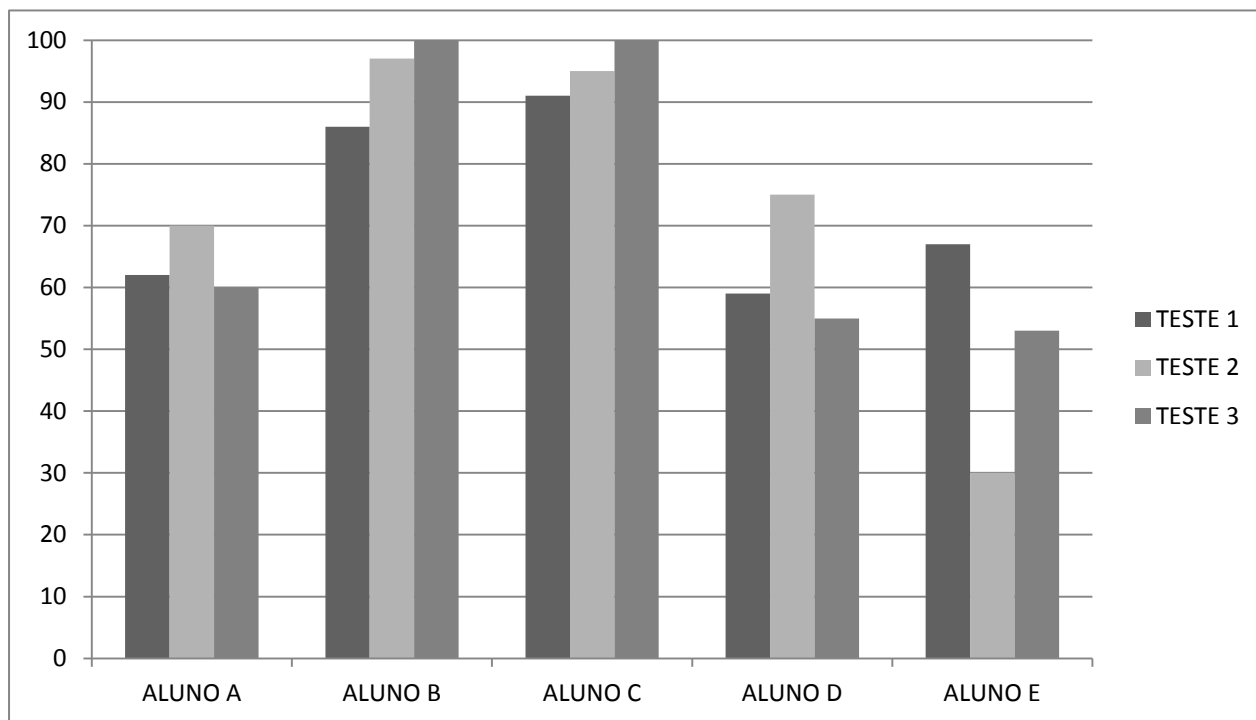
**TABELA 9 – RESULTADOS DO TESTE Nº 2**

MÉTODO EUROPEU OU DO CUBO ENVOLVENTE

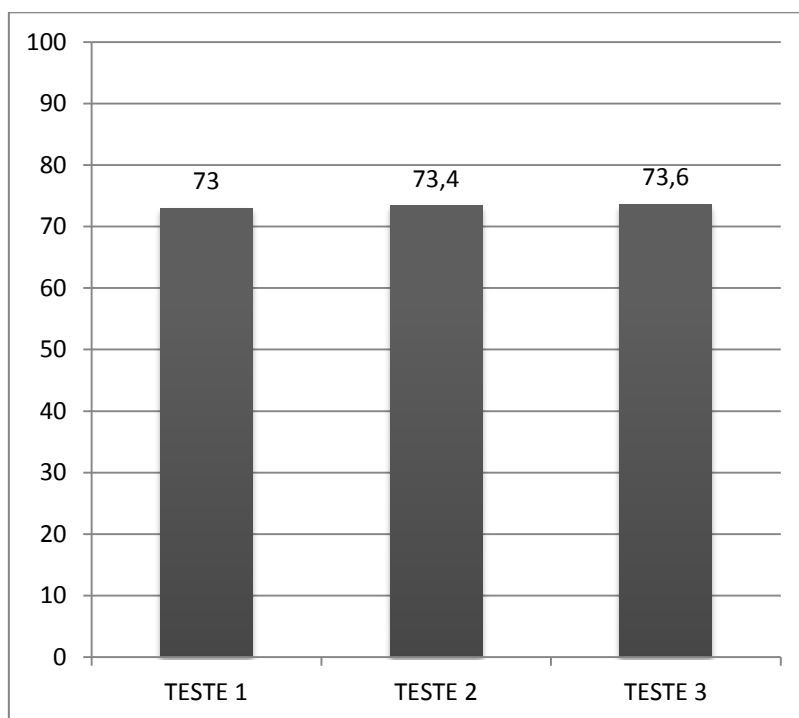
NOME	QUESTÃO	1.1 (desenho da axonometria isométrica)	1.2 (desenho da axonometria cavaleira)	TOTAL	NOTA
	%	50	50	100	
ALUNO A		10	50	60	ST
ALUNO B		50	50	100	EX
ALUNO C		50	50	100	EX
ALUNO D		10	45	55	BOM
ALUNO E (PEI)		5	48	53	NST

**TABELA 10 – RESULTADOS DO TESTE Nº 3**

AXONOMETRIAS



**GRÁFICO 1 - EVOLUÇÃO DAS NOTAS DOS ALUNOS, EM PERCENTAGEM, AO LONGO DA AVALIAÇÃO PELOS TRÊS TESTES**



**GRÁFICO 2 - EVOLUÇÃO DA MÉDIA DA TOTALIDADE DA TURMA, AO LONGO DOS TRÊS TESTES**



## **1.9 Reflexão sobre o processo de ensino e aprendizagem**

No centro de todo este processo de investigação e operacionalização esteve a promoção de um sistema de ensino/aprendizagem, com estratégias e metodologias diversificadas, concorrentes para o sucesso escolar da turma. Assim, o trabalho de prática pedagógica desenvolvido foi construtivo e evolutivo, contribuindo para o aprofundamento da compreensão dos objectos de ensino e das estratégias aplicadas. É, ainda, de realçar que o processo didáctico se centrou na pessoa do aluno (nos seus pré-requisitos, motivações e constrangimentos) e na promoção da capacidade de “aprender a aprender”. Paralelamente, este trabalho forneceu ferramentas e recursos reguladores, a curto e longo prazo, para práticas pedagógicas e estratégias de autoformação profissional a desenvolver. Importa referir que foi implementada, sempre que possível, uma metodologia reflexiva de investigação/acção que implicou saber programar, construir, desenvolver e avaliar.

No que concerne ao sucesso ou insucesso de cada uma das etapas de todo o processo há que analisar cada uma, de forma a operacionalizar mudanças, se tal se verificar necessário. No entanto, antes de se tecer uma reflexão mais profunda há que referir que todo o processo tirou vantagem do facto da mestrandia ministrar a totalidade das quarenta e uma aulas da Unidade Didáctica em estudo, assim como as restantes ao longo de todo o ano lectivo, o que permitiu uma continuidade didáctica e maior conhecimento tanto das dificuldades como da predisposição dos alunos para a aprendizagem. No entanto, relativamente à prática de ensino supervisionada, algumas aulas foram leccionadas com a presença do Professor Cooperante que assistiu e apoiou a mestrandia, sempre que o processo assim o exigiu.

Todo o trabalho de investigação e estratégias de aplicação foram facilitados ao nível da sua operacionalização pelo facto da turma possuir apenas cinco elementos, dois do sexo masculino e três do sexo feminino. O ambiente educativo dos alunos, fora do espaço escolar também facilitou o processo de aprendizagem, não só pela condição socioeconómica vivida mas igualmente pelo interesse dos encarregados de educação nas aprendizagens dos educandos e no relacionamento que estabeleceram com a comunidade escolar. Tal tornou-se ainda mais evidente no caso do aluno com PEI, havendo um esforço no sentido do sucesso, por parte de todos os intervenientes educativos. As estratégias de ensino e os materiais utilizados foram diversificados, passando pelos meios mais tradicionais aos meios mais contemporâneos, como os instrumentos tecnológicos, o que

possibilitou uma aproximação a conteúdos de carácter mais abstracto de duas formas distintas: uma mais táctil e que exigiu uma manipulação manual e uma relação espacial directa; outra, digital, que permitiu uma aproximação virtual impossível de conceber no espaço real e extremamente facilitadora da imaginação e visualização de conceitos espaciais abstractos. A realização de exercícios foi fundamental para a aplicação das aprendizagens, no entanto, muitas vezes, não foram realizados exercícios em casa, o que não facilitou a aprendizagem para os alunos com mais dificuldade. Outro motivo que impediu o sucesso total para a aprendizagem, no caso dos alunos **A** e **E**, foi a falta de assiduidade e pontualidade a um conjunto de aulas fulcrais. Assim, os modelos digitais, pela facilidade e rapidez de visualização colmataram, em certa medida, estas ausências, permitindo aos alunos obterem algum sucesso no desenvolvimento de competências.

Relativamente à avaliação pode concluir-se que a mesma foi bastante positiva, tal como apresentado no gráfico 2, sendo que a média dos testes da turma apresenta um crescimento, ainda que decimal, que ronda os 73%. O gráfico 1, por sua vez apresenta a relação das notas individuais, do primeiro para o terceiro teste, verificando-se que apenas o aluno **E** (PEI) apresenta um resultado negativo no 2º teste de avaliação, recuperando no terceiro teste. Tal deve-se, em parte, à complexidade e grau de abstracção necessários para a resolução do segundo teste. No entanto após o sucesso verificado na avaliação do primeiro teste tentou-se não reduzir demasiado os objectivos a atingir por este aluno no momento de avaliação, sendo que o mesmo não atingiu as expectativas do professor. Assim, perante a avaliação diferenciada de que usufruiu desde o início do ano lectivo, o terceiro teste apresentou um exercício que, pela baixa exigência ao nível da abstracção, permitiu que o aluno atingisse resultados positivos, sem descorar a aprendizagem dos conceitos de base das axonometrias. Os alunos **B** e **C** apresentaram um percurso evolutivo crescente muito semelhante, destacando-se do restante da turma pelo empenho e interesse revelados ao longo das aulas e que se revelou, igualmente, na certeza da opção por Artes Visuais na transição para o ensino secundário, por parte do aluno **C** e, numa indecisão entre outras alternativas, por parte do aluno **B**. Os alunos **A** e **D** também apresentam um percurso semelhante mas descendente do primeiro para o terceiro teste e, ascendeste, do segundo para o terceiro. No caso da aluna **A** tal deve-se ao facto de ter faltado a aulas fundamentais e a alguma falta de atenção e concentração em aula, também reveladas nas outras disciplinas. A aluna **D**, apesar de apresentar um elevado grau de pré-requisitos e de raciocínio logico-dedutivo, revelou alguma incapacidade de visualização

espacial e abstracção com elementos geométricos, agravados por alguma distracção em aula.

Por fim, é ainda de salientar que o apoio do Orientador Científico foi igualmente fundamental a par do apoio dado pelo Professor Cooperante o que permitiu um aperfeiçoamento ao nível do desempenho. A relação estabelecida também com a Escola – professores, alunos, funcionários – possibilitou a verificação do trabalho burocrático que a prática docente exige. Assim, o objectivo principal, ao longo, não só da investigação, mas de todo o ano lectivo, foi o sucesso na aprendizagem, por parte dos alunos, com vista à obtenção de conhecimentos e desenvolvimento de competências que permitissem uma aplicação prática na vida futura, tanto a nível profissional, como pessoal e social. Numa perspectiva da educação como uma ligação fundamental entre o humano, maior que qualquer adestramento ou maturação espontânea, Reboul afirma que “a educação é o conjunto dos processos e dos procedimentos que permitem a qualquer criança aceder progressivamente à cultura, pois o acesso à cultura é o que distingue o homem do animal”.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> **Reboul, O.**, *A Filosofia da Educação*, Edições 70, Lisboa, 1997, p. 45.

## **CAPÍTULO II - O Desenho Assistido por Computador e a Didáctica da Geometria**

### **2.1 Os softwares: características e sua adaptação**

Os programas de geometria dinâmica (PGD) têm despertado interesse entre os professores e os investigadores na área da didáctica da geometria. Existem numerosos PGD: o Cabri-Géomètre, o Cinderella, o Geometer's Sketchpad, entre outros, que integram um grupo de softwares concebido especificamente para o ensino da geometria no que se refer ao campo da matemática. No entanto, alguns destes programas têm-se revelado ferramentas extraordinárias na didáctica da Geometria Descritiva e na Geometria Projectiva (Método Europeu de Representação). Para além destes softwares concebidos especificamente para fins pedagógicos serão abordados, neste capítulo, outros softwares concebidos para a construção de desenho técnico e visualizações tridimensionais, tanto no campo da arquitectura como no campo da engenharia e design industrial, e que se revelam apropriados e eficazes no ensino tanto da Dupla Projecção Ortogonal, como do Método Europeu de representação e Axonometrias.

Salvo algumas diferenças ao nível da apresentação gráfica, das funções e capacidades entre os programas, todos têm uma base comum: a capacidade de realizar construções geométricas a partir de objectos elementares (ponto, segmento, recta, circunferência, polígono, etc.) e de transformar essas construções em tempo real mediante o arrastamento de algum dos elementos da construção. Esta característica de transformação contínua dos PGD é o que lhes proporciona grande potencial didáctico, pois permite aos alunos observar uma grande variedade de exemplos e casos diferentes em poucos segundos, algo que seria possível apenas com o quadro ou um lápis e papel. Vários investigadores têm discutido sobre a possibilidade da utilização dos PGD favorecer a aprendizagem das demonstrações dedutivas, pois a informação proporcionada pela acção de arrastamento no ecrã e as transformações realizadas em tempo real são tão claras que os alunos não sentem necessidade de outro tipo de demonstrações. Muitas investigações têm, assim, posto em evidência os benefícios na utilização dos PGD, ajudando os estudantes a alcançar um raciocínio geométrico abstracto<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> **Chazan, D.**, High school geometry students' justification for their views of empirical evidence and mathematical proof, *Educational Studies in Mathematics*, 1993, p.33.

Outros tipos de softwares muito recentes são os programas de representação dinâmica de sólidos, que permitem mover e transformar estes elementos de forma interactiva e em tempo real, sendo o Cabri 3D o mais recente. O programa Poly e o Stella 4D também permitem efectuar tais operações. Estes programas de geometria espacial podem e devem converter-se num complemento (e nunca substitutos) das tradicionais caixas de sólidos geométricos de madeira e cartolina. Como afirma Ángel Rodríguez do departamento de didáctica da matemática da Universidade de Valencia:

“Uma imagem dinâmica de um sólido no ecrã de um computador nunca pode superar a qualidade de uma imagem real desse sólido manuseado pelos alunos, no entanto, os computadores, permitem realizar actividades muito mais variadas que os sólidos reais, como a alternância entre formas de representação (opaca ou transparente, em perspectiva ou em projecções ortogonais, etc.), realização de secções, sobreposição de sólidos, planificações, etc.”<sup>15</sup>.

Noutro texto sobre o ensino da geometria Eduardo Veloso defende uma nova abordagem, complementada com a utilização de software, e da própria internet, no sentido de fomentar duas habilidades obrigatórias no desenvolvimento dos alunos: a intuição e a dedução:

“A utilização de programas de computador dedicados ao ensino da geometria e da internet é muito importante no ensino actual da geometria e será essencial no contexto da nova abordagem que se propõe. Os programas de computador, como o *Geometer's Sketchpad* e o *Cabri II*, são ideais para as explorações e investigações em geometria. Além disso constituem um estímulo para a utilização do raciocínio dedutivo em geometria, na demonstração ou refutação de conjecturas formuladas nas explorações e investigações. Os recursos da internet são numerosos, e muitos dos que dizem respeito à geometria são excelentes. Mas a rede www não é apenas útil como informação e meio de comunicação. A publicação de explorações e resultados de investigações, em temas de geometria, por alunos e professores, e o seu confronto, seja por iniciativa própria seja como resposta a desafios propostos por projectos educativos, poderão vir a constituir um processo privilegiado de construir uma comunidade interactiva de aprendizagem da geometria que promova e apoie a reforma do ensino da geometria”<sup>16</sup>.

Na mesma obra, Claudi Alsina, da Universidade Politécnica da Catalunha, refere:

“Trabalhar aspectos visuais, no ensino actual, vem de encontro a um objectivo docente de primeira ordem e que encontra nas novas tecnologias, um fiel aliado”<sup>17</sup>.

---

<sup>15</sup> **Gutiérrez, A.**, *La investigación sobre enseñanza y aprendizaje de la geometría. Geometría para el siglo XXI*. 2006, p.26.

<sup>16</sup> **Veloso, E.**, *Ensino da Geometria, ideias para um futuro melhor*, In: Ensino da Geometria no virar do milénio, Eduardo Veloso (org.), Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 1999, p.32.

<sup>17</sup> **Alsina, C.**, *Intuición y deducción en Geometría*, In: Ensino da Geometria no virar do milénio, Eduardo Veloso (org.), Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, p.35.

O autor aborda ainda a questão da criatividade e a forma como esta se desenvolve a partir da aprendizagem da geometria. Nesta medida, a geometria ajuda à intuição de representações originais, soluções novas, percursos alternativos e combinações engenhosas de figuras, transformações, etc. Analogamente ajuda também ao processo de dedução comprovada na capacidade para estabelecer relações diferentes, aplicações inesperadas e consequências imprevisíveis. Cristina Loureiro, da Escola Superior de Educação de Lisboa, aborda a utilização de programas de geometria dinâmica destacando o papel do docente: “à semelhança de muitas outras mudanças motivadas pelo computador, a sua implementação requererá mudanças nos hábitos há muito estabelecidos, dos professores e nas expectativas que temos dos resultados dos cursos de estudo habituais”<sup>18</sup>. Ainda sobre esta questão, Paulo Ventura Araújo, da Faculdade de Ciências do Porto, admite uma certa redescoberta da geometria no ensino básico e secundário (essencialmente na subordinada ao ensino da matemática) como consequência da utilização e entusiasmo provocados por softwares como o Cabri e o Sketchpad. Na opinião do autor, a capacidade de visualização desses programas pode levar o aluno a querer saber o porquê das coisas, e a aprender mais e melhor geometria, sendo desejável a generalização do seu uso nesses níveis de ensino e que o futuro professor tenha experiência em trabalhar com os mesmos. No entanto, Paulo Araújo defende que o ensino universitário em geometria não se deva centrar na utilização destes programas para preparar os futuros docentes, mas sim na estruturação de conhecimento prévio, no estímulo ao raciocínio geométrico e na sensibilização para a importância cultural e histórica da geometria. No mesmo texto o autor alerta igualmente para a questão da utilização insensata do computador que pode gerar uma utilização com tarefas rotineiras, como a visualização de resultados geométricos, sem insister na compreensão dos pressupostos geométricos de base a esses resultados.

“Não resisto a acrescentar que esses programas (...) são muito atraentes também para um espectador e, se alguma vez eu os usar em aula, os alunos ficarão silenciosos e atentos como no cinema. E qual é o mal? A universidade não tem que ser de uma aridez intransigente, mas também não pode deslizar para o extremo oposto. Haver ocasionalmente uma sessão como essa não é pernicioso. Mas devemos lembrar-nos que, numa universidade, a motivação para o estudo deve vir de um genuíno interesse intelectual pelos assuntos

---

<sup>18</sup> **Loureiro, C.**, *Computadores no ensino da geometria*, In: Ensino da Geometria no virar do milénio, Eduardo Veloso (org.), Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 1999, p.43.

estudados. Podemos mostrar brinquedos aos nossos alunos, mas se lhes mostramos é porque queremos explicar como funcionam, senão estamos simplesmente a fornecer entretenimento”<sup>19</sup>.

Assim, os computadores e, mais especificamente, os softwares de geometria dinâmica, obrigam-nos a uma procura por vias de renovação do ensino da geometria. Seguidamente é feita uma abordagem mais detalhada a alguns programas desenvolvidos especificamente para a resolução de exercícios de geometria e com aplicação pedagógica e, por último, a softwares desenvolvidos para a arquitectura, engenharia e design, mas de toda a pertinência didáctica: o *Solid Works*, o AutoCAD e o *SketchUp*.

### 2.1.1 Geometer`s Sketchpad

O Geometer`s Sketchpad nasceu na década de oitenta a partir de um projecto muito amplo (*Visual Geometry Project*) que incluiu professores e investigadores do Swarthmore College, tais como Eugene Klotz e Doris Schattschneider. O projecto foi financiado pela *National Science Foundation* e tinha por objectivo desenvolver materiais apoiados nas novas tecnologias para o ensino da geometria. Nicholas Jackiw foi o pioneiro no desenvolvimento da primeira versão do programa cujo nome homenageia Ivan Sutherland, criador do programa Sketchpad (1963), uma obra inovadora nos primórdios da computação gráfica interactiva.

O programa permite desenhar de forma simples e automática e é bastante flexível nas aplicações didácticas, podendo ser usado para explorar álgebra, trigonometria e cálculo, no âmbito da matemática. No que refere à geometria descritiva e a esta didáctica, o programa também tem sido bastante utilizado, nomeadamente no ensino da Dupla projecção Ortogonal. Vera Viana, professora do ensino secundário descreve a propósito deste software:

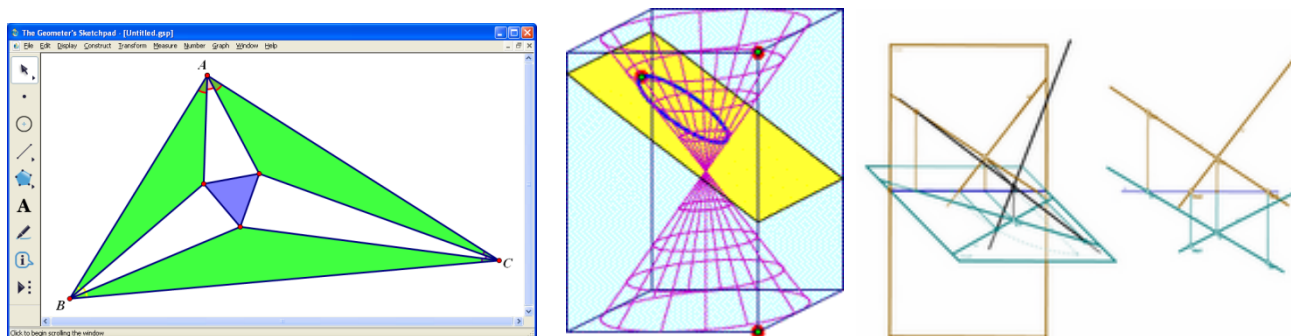
“Para leccionar um dos conteúdos do Bloco II do programa de Geometria Descritiva – secções produzidas por planos projectantes em pirâmides rectas de base paralela aos planos de projecção – recorro quase em exclusivo a este software que me permite explicar aos alunos de forma dinâmica e interactiva, as diferentes secções produzíveis neste tipo de pirâmides, variando tanto o tipo de plano secante como a própria pirâmide.

---

<sup>19</sup> **Araújo, P.**, *A geometria na formação dos professores: o caso da Faculdade de Ciências do Porto*, In: Ensino da Geometria no virar do milénio, Eduardo Veloso (org.), Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 1999, p.79.

(...) Os exercícios em écura, relativos às situações observadas, são construídos passo a passo, permitindo aos alunos realizá-los, ao mesmo tempo, no caderno de apontamentos. No final do exercício alguns dados são movimentados ou animados, para que o aluno veja diferentes possibilidades para a mesma situação”<sup>20</sup>.

Assim, este programa torna-se vantajoso na execução de exercícios em que seja proveitoso movimentar alguns dados, ou em que, pela quantidade de traçados seja necessária clareza e rigor na apresentação. O programa permite construir os exercícios passo a passo, movimentando os elementos desenhados para poder apresentar diferentes posicionamentos e possibilidades que, a serem realizadas em suportes tradicionais, tornar-se-iam de resolução muito demorada.



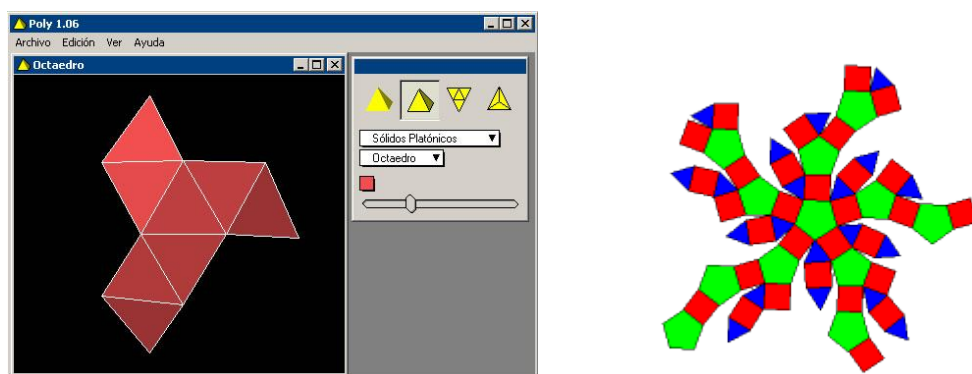
**FIGURAS 10, 11 E 12 – INTERFACE E DESENHOS ELABORADAS NO GEOMETER'S SKETCHPAD**

### 2.1.2 Poly

Este programa pedagógico criado para o ensino da geometria aplicada à matemática, torna-se bastante útil pois permite construir e movimentar sólidos assim como trabalhar a planificação dos mesmos. Neste software pode-se apresentar aos alunos do ensino secundário os cinco poliedros regulares convexos ou os sólidos platónicos. O programa mostra todos os poliedros convexos, rodando-os e abrindo as porções de planos que constituem as suas faces até ficarem numa superfície totalmente plana. É, ainda, possível construir outros sólidos interessantes, como os anti-prismas, os sólidos de Arquimedes e os de Johnson.

<sup>20</sup> **Viana, V.**, *Materiais didácticos para o ensino da Geometria Descritiva no Ensino Secundário*, In: Boletim da APROGED, nº27, Porto, 2007, p.36.





FIGURAS 13 E 14 – INTERFACE E PLANIFICAÇÕES DE SÓLIDOS ELABORADAS NO POLY

### 2.1.3 Stella4D

Este software de geometria dinâmica (inicialmente apenas *stella*) está disponível em várias versões e foi criado pelo Australiano Robert Webb, tendo sido lançada em 2001 a primeira. O programa contém um vasto reportório de poliedros que podem ser alterados e manipulados de diferentes formas. Destes poliedros fazem parte os sólidos platónicos, de Arquimedes, de Kleper e de Johnson, tal como no programa Poly e ainda mais. O *Stella 4D* surgiu em 2007 e além de permitir visualizar e manipular cada sólido seleccionado, este programa permite, entre outras coisas, ver a planificação do sólido, o seu dual, o composto entre este e o seu dual, o diagrama da estrelação, etc.

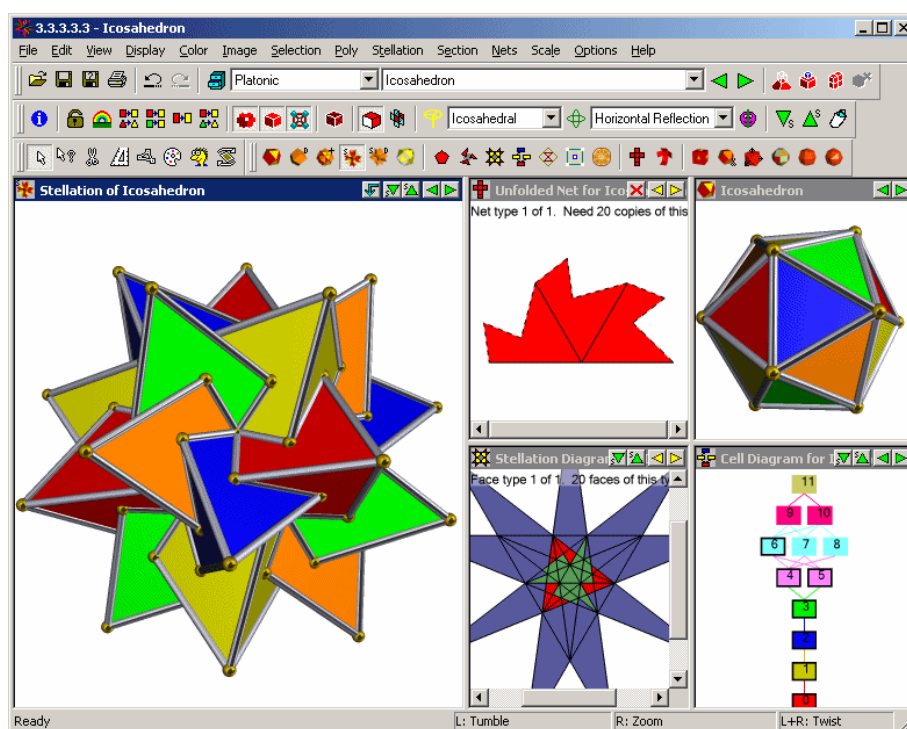
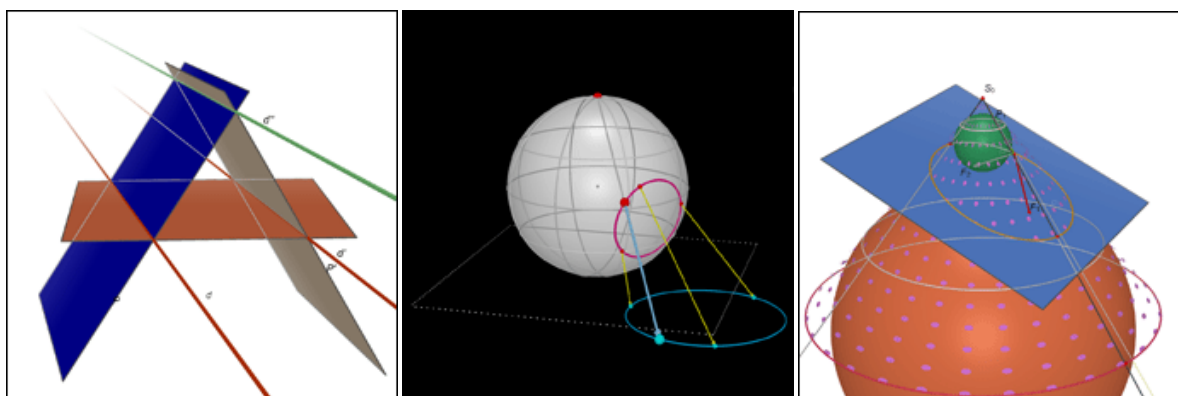


FIGURA 15 – INTERFACE DO PROGRAMA STELLA 4D

### 2.1.4 Cabri

Este programa constitui-se como um produto da actividade de investigação conduzida pela Universidade Joseph Fourier de Grenoble e pelo CNRS, no laboratório de estruturas discretas e de didáctica, e mais tarde da equipa EIAH (Environnements Informatiques d'Apprentissages Humains) do laboratório Leibniz. Em 1985 Jean-Marie Laborde apresentou a primeira versão para exploração das propriedades dos objectos geométricos e das suas relações e em 1988 ficou disponível a primeira versão do *Cabri-Géomètre*. Mais tarde, em 1994 foi divulgada a primeira versão do *Cabri II* que passou também a estar disponível para as calculadoras TI-92 em 1998. Este projecto nasceu, assim no seio de um laboratório agrupando investigadores e professores com horizontes e competências diversas e hoje já está disponível o *Cabri 3D*. Os programas Cabri e GSP, embora com diferenças, no essencial são equivalentes, colocando o mesmo tipo de questões e desafios, sempre com um grau elevado de rigor.



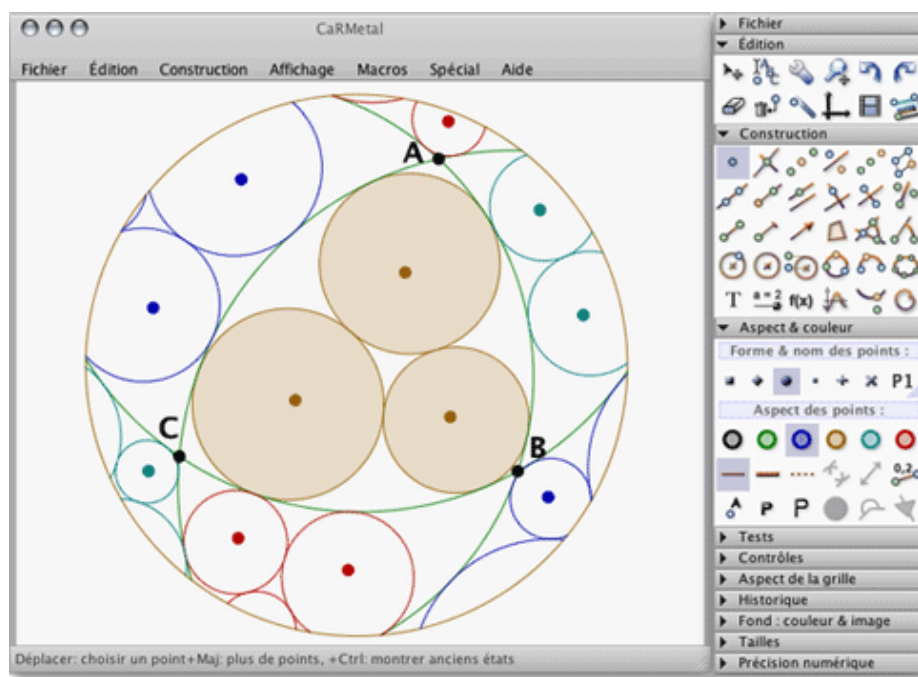
FIGURAS 16, 17 E 18 – ANIMAÇÕES CRIADAS EM CABRI 3D

### 2.1.5 CaR Metal

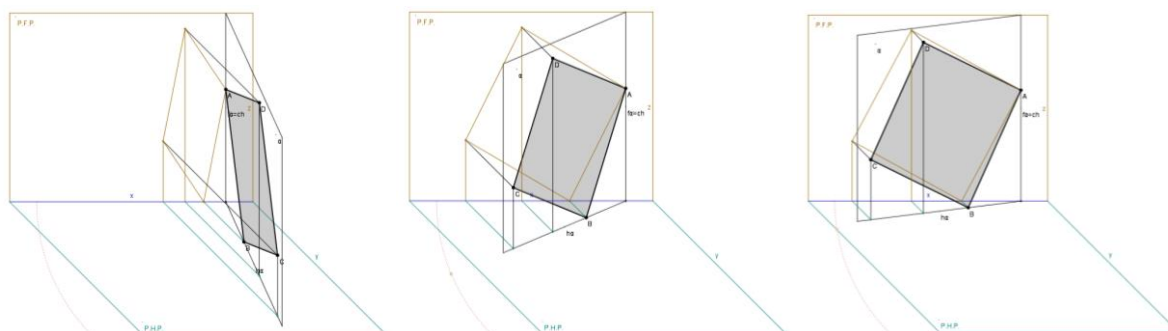
Inicialmente conhecido por C.a.R. (*compass and ruler*), um programa de geometria dinâmica desenvolvido por René Grothmann em 1989. Este professor de matemática na Universidade Católica de Eichstätt (Alemanha), desenvolveu para o software algoritmos complexos e eficientes que permitiam manipular objectos e as respectivas relações geométricas, tornando-se possível elaborar desenhos extremamente complexos. O professor realizou igualmente um trabalho fabuloso no que respeita ao grafismo do

interface e à interacção com os objectos. A versão mais recente – o CaR Metal – apresenta melhorias significativas ao nível do interface que se tornou mais directo e intuitivo, facilitando a construção dos desenhos que se torna mais rápida.

Actualmente o programa é muito utilizado pelos docentes de Geometria Descritiva, no ensino secundário, pelo rigor que permite obter na construção tanto de objectos em Dupla projecção Ortogonal como nas Axonometrias. A possibilidade de criar animações e de transformar os objectos em tempo real, apresentando resultados diferentes, é outra das vantagens deste software.



**FIGURA 19 – INTERFACE DO CAR METAL**



**FIGURAS 20, 21 E 22 – SEQUÊNCIA DE ANIMAÇÃO PRODUZIDA EM CAR METAL (REBATIMENTO DO PLANO DE PERFIL SOBRE O PLANO FRONTAL DE PROECÇÃO**

### 2.1.6 Cinderella

Criado na Alemanha por Jürgen Richter-Gebert e Ulrich Kortenkamp, foi lançado comercialmente em Maio de 1999. Este software foi todo programado em linguagem Java de forma a ser executado em qualquer plataforma. Como característica mais evidente e que o destaca de outros programas é a capacidade dos algoritmos adoptados que garantem continuidade nas animações e a exportação imediata e completa para a Web. Trabalha, ainda, com geometrias euclidianas, hiperbólicas e esféricas.

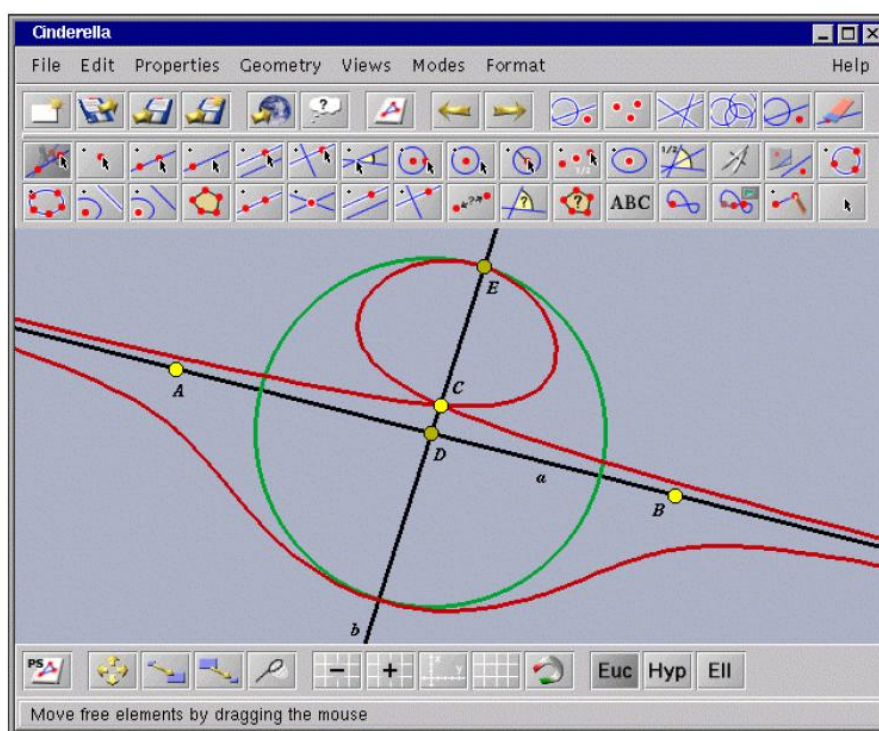


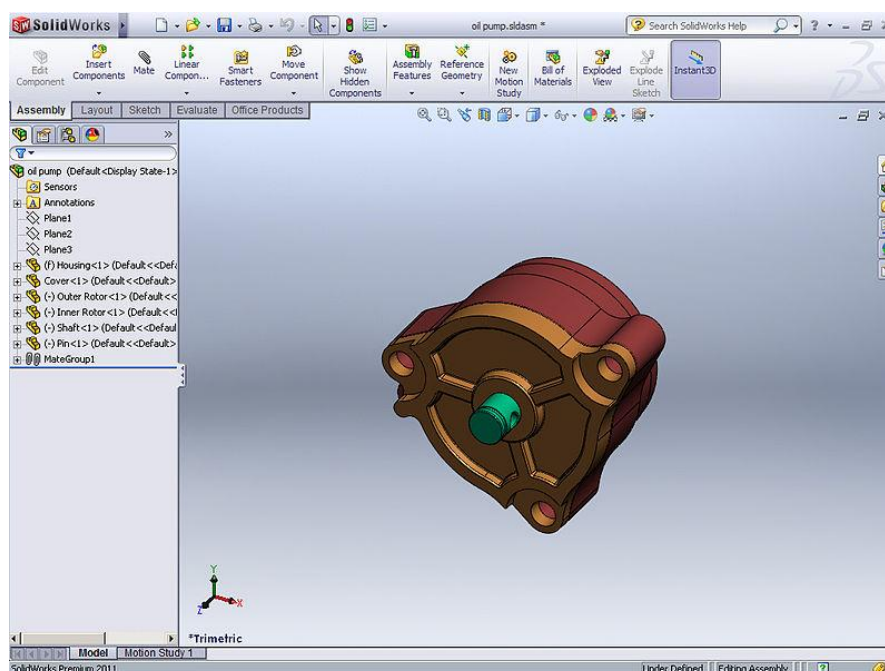
FIGURA 23 – INTERFACE DO PROGRAMA CINDERELLA

### 2.1.7 Solid Works

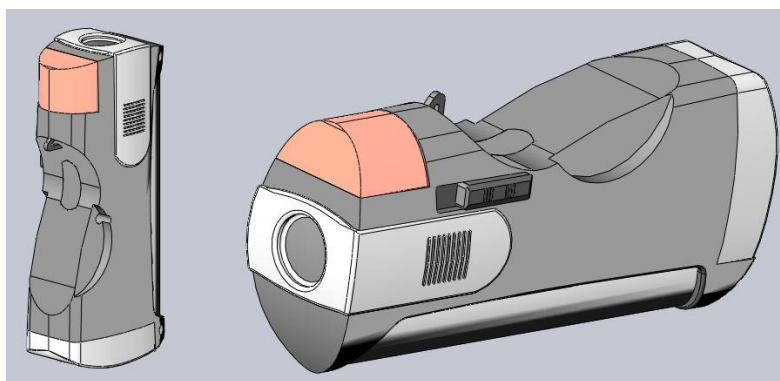
Este software integra já um conjunto de programas denominados CAD (Desenho Assistido por Computador), muito utilizados no ensino do desenho técnico, nas áreas de arquitectura, engenharia e design. A maioria dos sistemas CAD modernos dispõe de um recurso que gera automaticamente as vistas/projecções, a partir do modelo em três dimensões. Este recurso pode ser utilizado como apoio ao ensino de desenho técnico, facilitando tanto os exercícios de vistas quanto a visualização de modelo e de forma

interactiva. Diversos fabricantes têm fornecido visualizadores em 3D para os arquivos gerados pelos programas, que podem ser distribuídos gratuitamente, permitindo, assim, que sejam disponibilizados na Internet modelos a ser explorados posteriormente pelos estudantes.

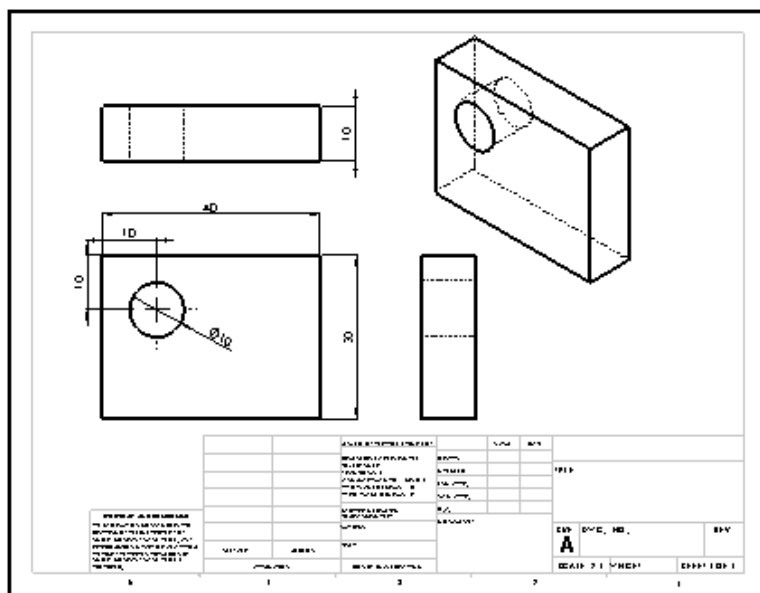
O SolidWorks foi desenvolvido pela SolidWorks Corporation, adquirida em 1997 pela Dassault Systemes S.A., e que funciona no sistema operativo Windows. A primeira versão foi lançada em 1993, fazendo concorrência a outros programas como o PRO-Engineer e o Autodesk Mechanical Desktop. Este software baseia-se em computação paramétrica, criando formas tridimensionais a partir de formas geométricas elementares. No ambiente do programa, a criação de um sólido ou superfície inicia-se com a definição de topologia num esboço 2D ou 3D. Assim, este programa pode ser uma ferramenta muito útil, não só no estudo do desenho técnico no ensino superior, mas também, numa fase mais inicial, quando se aborda o Método Europeu, ainda no ensino básico, de forma a fornecer aos alunos uma contextualização prática do conteúdo.



**FIGURA 24 – INTERFACE DO PROGRAMA SOLID WORKS**



**FIGURAS 25 E 26 – OBJECTO EM 3D E RESPECTIVAS VISTAS**



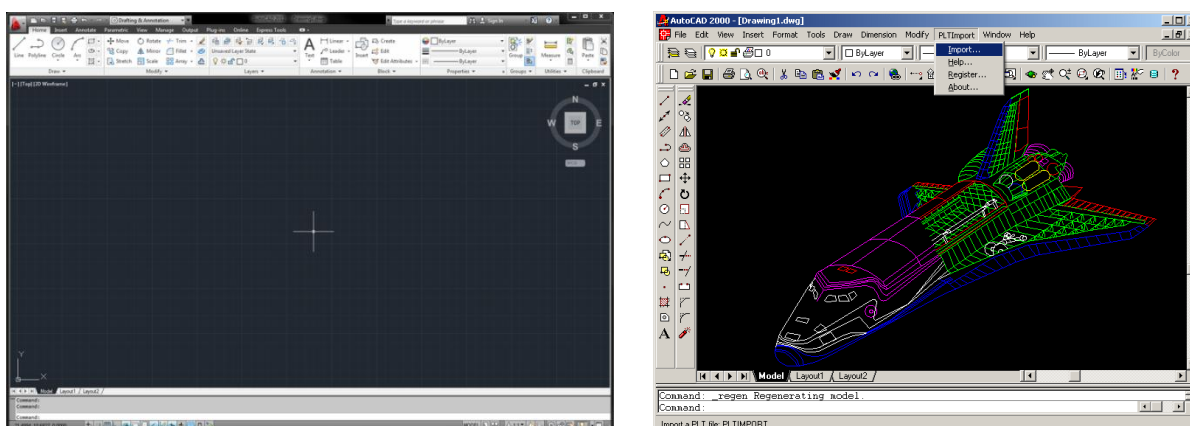
**FIGURA 27 – DESENHO TÉCNICO OBTIDO NO SOLID WORKS**



## 2.1.8 AutoCAD

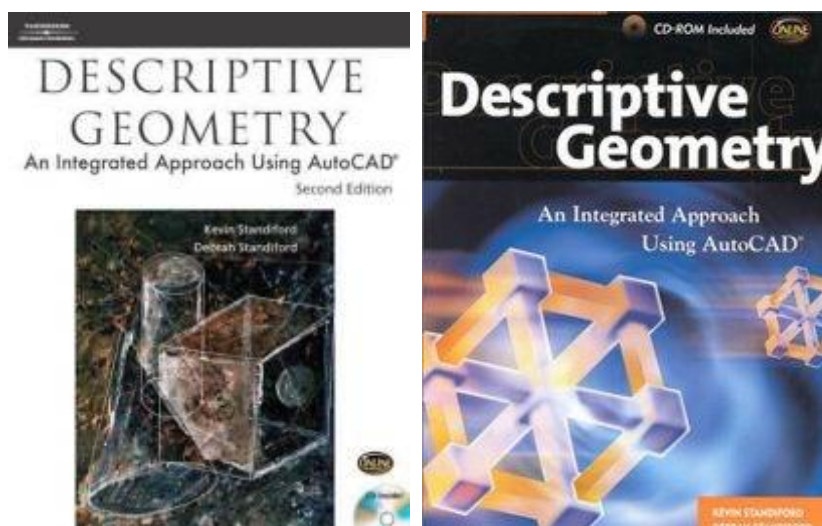
O AutoCAD é, também, um *software* do tipo CAD criado e comercializado pela Autodesk, Inc. desde o ano de 1982. É utilizado essencialmente na elaboração de peças em desenho técnico em duas dimensões (2D) e na criação de modelos tridimensionais (3D). Além dos desenhos técnicos, o software disponibiliza, nas versões mais recentes, vários recursos para visualização em diversos formatos. O programa é muito utilizado em áreas como a arquitectura, design, engenharia mecânica, engenharia geográfica, engenharia eléctrica e em vários ramos da indústria. A partir da versão *R14* (publicada em 1997), o software potencializou uma funcionalidade que permite a adição de módulos específicos para desenho arquitectónico, SIG, controle de materiais, etc. Outra característica marcante do AutoCAD é o uso de uma linguagem consolidada de *scripts*, conhecida como AutoLISP (derivado da linguagem LISP) ou uma variação do Visual Basic.

Através da linguagem de programação dos pacotes CAD, têm sido desenvolvidas outras ferramentas, como aplicações interactivas, executadas no ambiente AutoCAD para o ensino de Geometria Descritiva<sup>21</sup>.



FIGURAS 28 E 29 – INTERFACE DO AUTOCAD E DESENHO 3D PRODUZIDO NO PROGRAMA

<sup>21</sup> Derkis, J., *Aplicativo AutoCAD para Ensino de Geometria Descritiva*, In: Anais do Graphica 98, Feira de Santana, 1998, p.10.



**FIGURA 30** – APLICAÇÃO DE GEOMETRIA DESCRITIVA PARA O AUTOCAD, DOS AUTORES KEVIN STANDIFORD, E DEBRAH STANDIFORD

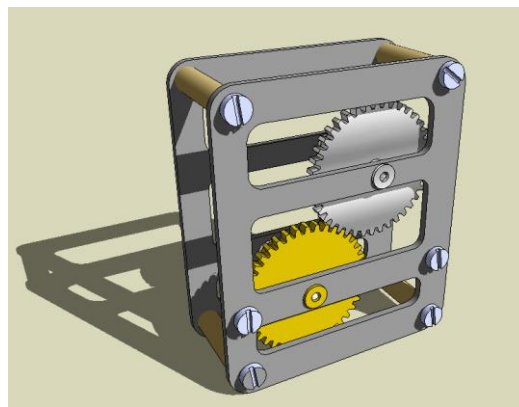
### 2.1.9 SketchUp

O SketchUp é um software destinado à criação de modelos em 3D no computador. Originalmente, este programa foi desenvolvido pela At Last Software, uma empresa com sedeada em Boulder, no Colorado, a qual foi adquirida pela Google, como anunciado no ano de 2006. Uma vantagem do SketchUp é estar disponível em duas versões: a versão profissional (PRO), e a versão gratuita (para uso privado, não comercial). Outra grande característica que facilitou a aceitação deste software em diversas áreas é a sua versatilidade e facilidade de utilização e manipulação. Pode, ainda, ser usado em qualquer ramo profissional que necessite desenvolver esboços e animações de produtos tridimensionais. Muito utilizado na área de Arquitectura, pela facilidade na modelação de de formas e volumes tridimensionais, o software é também muito utilizado por designers e engenheiros e outras profissões que necessitem criar visualizações em 3D. O SketchUp é utilizado principalmente para criar facilmente estudos iniciais e esboços de modelos ou maquetas em 3D, eliminando assim muitas vezes a necessidade da execução de modelos ou maquetas reais. O resultado é um modelo que pode ser usado para criar animações de qualquer ângulo ou perspectiva, conforme o objectivo pretendido.

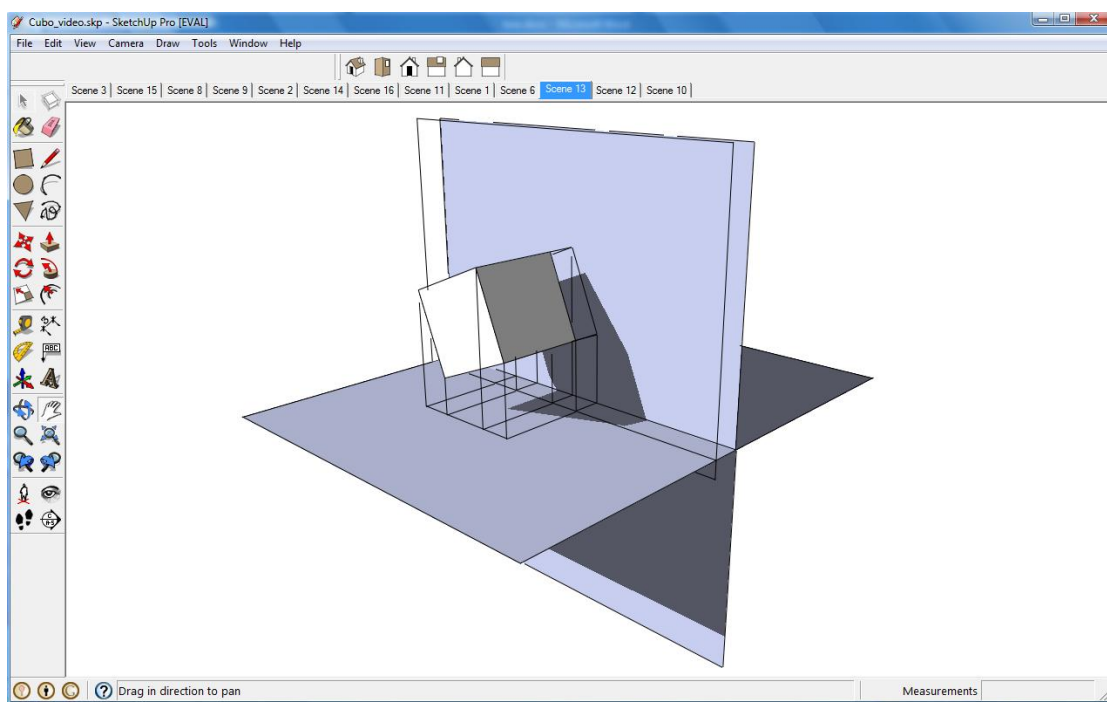
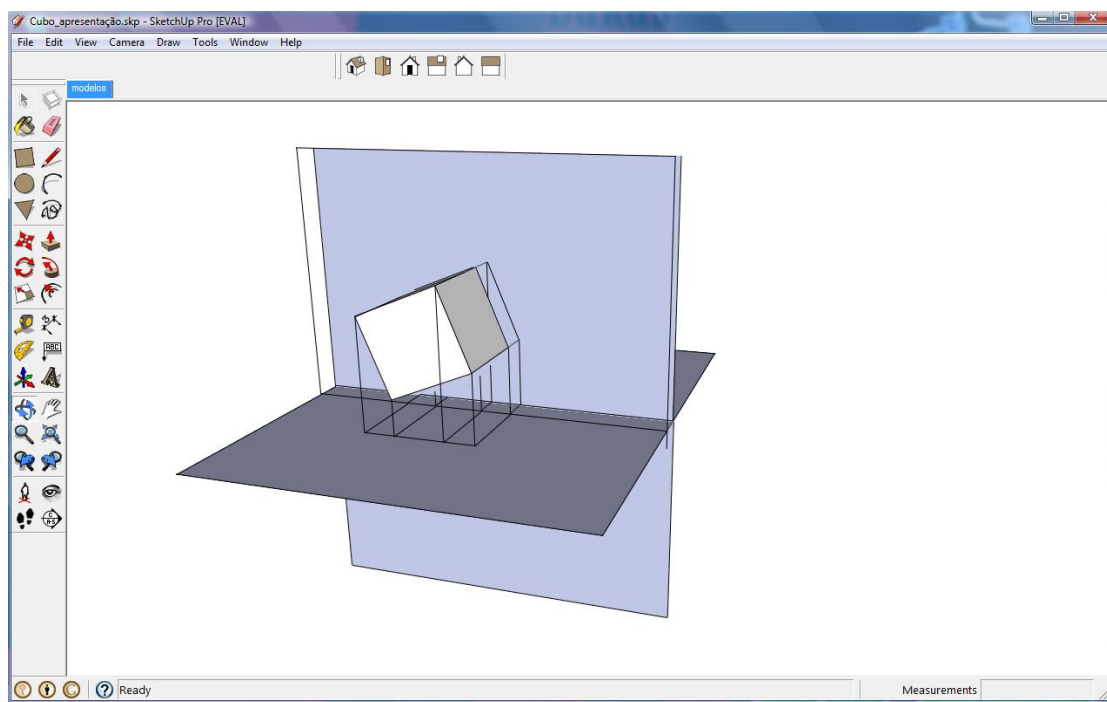
Trata-se, portanto, de uma ferramenta para a apresentação de modelos tridimensionais e, uma vez desenhado o modelo, é possível exportá-lo para outros



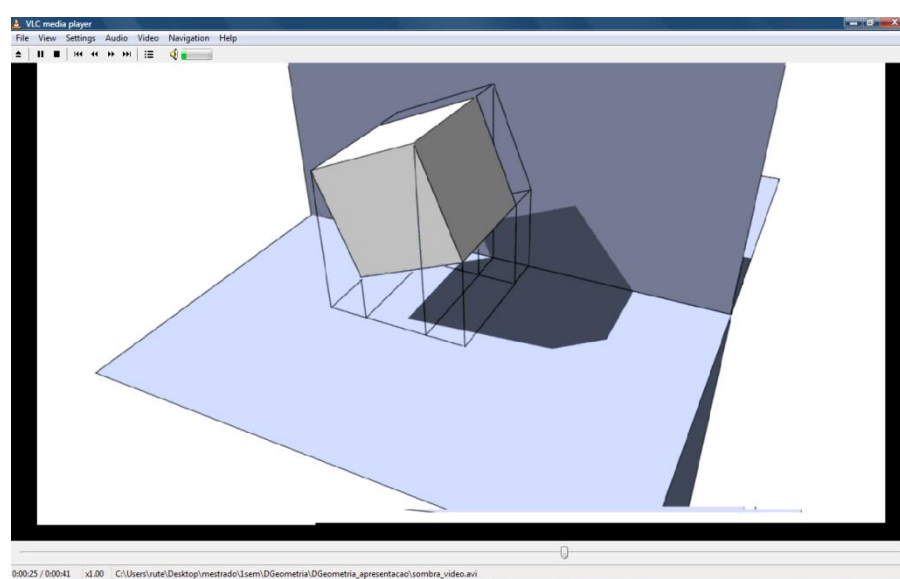
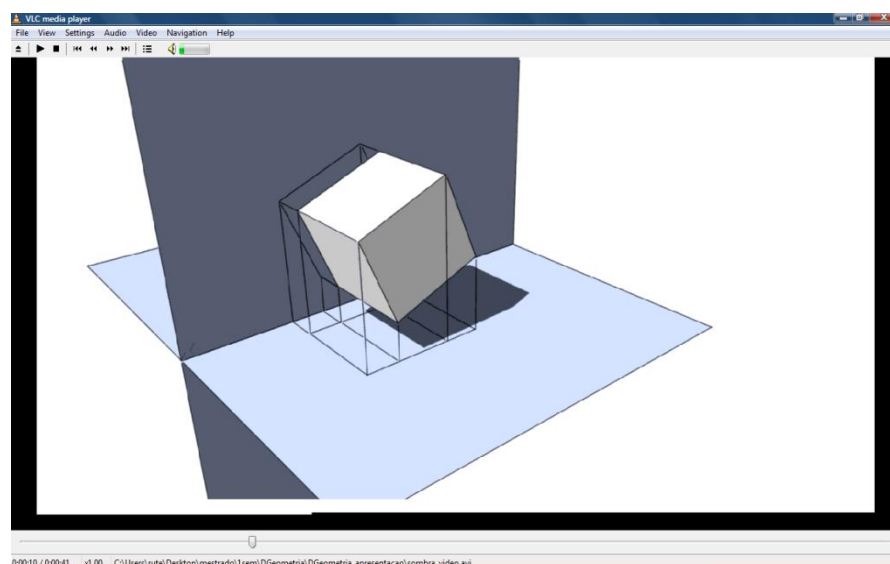
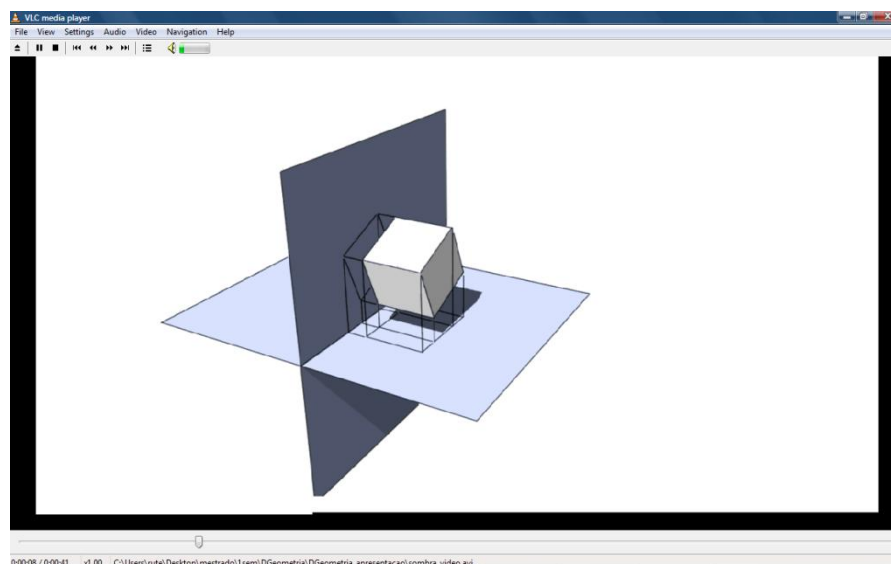
formatos (2D e 3D) como DWG, DXF, 3DS, OBJ, XSI ou VRML, dando continuidade ao projecto do desenho preliminar. Este programa torna-se, assim, extremamente útil e vantajoso na criação de animações para fins pedagógicos na área da geometria, nomeadamente para a explicação dos diferentes sistemas de projecção. A rapidez e facilidade, comparativamente a outros programas CAD, com que se elabora uma animação, permite abordar conceitos mais complexos e também a manipulação por parte de alunos, mesmo do ensino básico. É, ainda, de referir que o grafismo e imagem produzidos pelo programa são bastante apelativos, facilitando a aprendizagem, o que não acontece com determinados programas, nos quais o excesso de linhas e traços dificultam a leitura da informação por parte dos alunos.



**FIGURAS 31 E 32 – ESBOÇOS DE PROJECTOS CRIADOS EM SKETCHUP**



**FIGURAS 33 E 34 – INTERFACE DO PROGRAMA E CRIAÇÃO DE UMA SITUAÇÃO DE SOMBRA DE UM CUBO NO SISTEMA DE DUPLA PROJEÇÃO ORTOGONAL**



**FIGURAS 35, 36 E 37 – FRAMES DO FICHEIRO JÁ EXPORTADO PARA VÍDEO/ANIMAÇÃO (FORMATO AVI)**

Posto isto verifica-se que o ensino de Desenho Técnico e da Geometria ganhou no computador um importante aliado e a informática disponibiliza hoje recursos que permitem a vivência de experiências de aprendizagem que antes eram impossíveis. A aplicação de software no ensino da Geometria pode ser feita em diversos âmbitos, como em sala de aula (ensino presencial), à distância (educação à distância) e, como apoio ao ensino presencial (auto-estudo). Como tal, devem ser considerados não só as aplicações destinadas a serem executados de forma independente, mas também aquelas que chegam ao computador do estudante através da Web, disponibilizados em páginas HTML.

As configurações geométricas de máxima precisão elaboradas no computador podem depois ser alteradas em termos de posições, ângulos e dimensões, mantendo-se automaticamente as restrições estabelecidas na construção original. Este factor tem grande impacto no ensino e aprendizagem de Geometria e de outros tópicos matemáticos. Ao nível da precisão e visualização, a construção da geometria é feita pelo estabelecimento de relações geométricas entre os elementos (perpendicularidade, paralelismo, ângulo, etc.). Pode-se medir ângulos e distâncias e calcular-se relações com precisão, permitindo facilmente a verificação empírica de hipóteses e teoremas. Assim, um teorema pode ser compreendido por visualização. Adicionalmente, a precisão também é importante porque construções imprecisas podem induzir o aluno em erro, já que é natural o julgamento ser influenciado pela percepção visual.

Quanto à área da exploração, a manipulação de construções permite que se explore a Geometria e que novas relações e propriedades sejam descobertas. Relativamente aos teoremas, embora a geometria dinâmica não os possa provar, a capacidade de experimentação de hipóteses que proporciona pode impulsionar a busca pela prova de um teorema. Na área das transformações e dos lugares geométricos, os programas de geometria dinâmica são ideais para o estudo de isometrias e outras perspectivas axonométricas. Animando figuras e traçando lugares geométricos de pontos pré-definidos, estas aplicações podem clarificar problemas e propriedades normalmente não abordadas na literatura pela dificuldade implícita.

Indo muito além da abstracção própria da geometria, as simulações permitem ilustrar conceitos de óptica, entre outros. Por outro lado, oferecem também a possibilidade de criação de micro-mundos geométricos, desenvolvendo nos alunos a criatividade. Na área da Web, Eduardo Santos e Maria Martinez, da Universidade de São Paulo afirmam:

“Além das versões Java das aplicações de Geometria Dinâmica, várias outras ferramentas produzidas na forma de *applets* têm sido criadas com funções didáticas (...). Outra tecnologia útil neste contexto é a linguagem VRML - Virtual Reality Modeling Language. Esta linguagem permite a construção de mundos virtuais, tridimensionais e interactivos, passíveis de serem explorados através de um *browser* (...). Tecnologias como o *Macromedia Flash*, que implementam animação vectorial gerando arquivos extremamente compactados e interactivos, estão a tornar-se cada vez mais comuns e a ser usados em aplicações de ensino na área gráfica”<sup>22</sup>.

---

<sup>22</sup> Santos, E. e Martinez, M., *Software para Ensino de Geometria e Desenho Técnico*, In: Anais do III Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho (GRAPHICA 2000), Ouro Preto, 2000, p.6. ([http://toledo.pcc.usp.br/pdf/graphica2000\\_software.pdf](http://toledo.pcc.usp.br/pdf/graphica2000_software.pdf), acedido em Maio de 2011).

## CAPÍTULO III - Os Modelos no Contexto da Unidade Didáctica

### 3.1 A aprendizagem com recurso aos modelos

A utilização de objectos físicos ou digitais, como modelos e figuras é a principal ferramenta de que os docentes dispõem para ajudar os alunos a compreenderem as relações geométricas no espaço e a desenvolverem capacidade de visualização (ou imaginação espacial), imprescindível na aprendizagem da geometria. O ensino desta ciência tem recorrido frequentemente a objectos e esquemas que ajudam à compreensão dos conceitos, das propriedades e das relações estudadas. A geometria é, assim, percebida pelos estudantes, como a ciência que estuda o espaço físico e a utilização de auxiliares pedagógicos, tanto gráficos como modelos reais, tem ajudado a compreender os conceitos mais complexos.

A visualização está no centro da aprendizagem correcta dos conceitos geométricos, tal como a define Ángel Gutiérrez Rodríguez, da Universidade de Valencia:

“ Neste contexto, há que entender a visualização como o conjunto de tipos de imagens, processos e habilidades necessárias para que os estudantes de geometria possam produzir, analisar, transformar e comunicar informação visual relativa a objectos reais, modelos e conceitos geométricos. A informação visual produzida (imagens) pode ser tanto física (figuras e diagramas) como mental (imagens mentais). A análise da informação visual produzida refere-se tanto às imagens produzidas pelo aluno como às recebidas do exterior (de colegas, do professor, de textos, etc.). As transformações podem dar-se entre uma imagem e informação verbal (oral e escrita) ou entre duas imagens. A comunicação pode ser gráfica, verbal ou mista”<sup>23</sup>.

Refira-se, ainda, que a visualização, ao contrário do que tem sido defendido tantas vezes e tem prejudicado a aprendizagem a tantos alunos, não é uma capacidade inata que surge de uma forma espontânea, sendo necessário estimular o seu desenvolvimento. Trata-se, portanto, de uma actividade complexa na qual intervêm vários factores que têm de ser bem compreendidos e manipulados. Krutetskii<sup>24</sup>, psicólogo russo, identificou três tipos de estudantes que correspondem a graus ou níveis de visualização: o analítico, o visualizador e o misto. O autor defendeu, igualmente, uma relação directa a capacidade de visualização abstracta e a facilidade em resolver problemas pouco comuns. Investigações posteriores sobre o papel e influência do professor demonstram que um profissional do tipo

---

<sup>23</sup> **Rodríguez, A.**, *La investigación sobre enseñanza y aprendizaje de la geometría*. Geometría para el siglo XXI, Síntesis, Madrid, 2006, p.38.

<sup>24</sup> **Krutetskii, V.**, *The Psychology of Mathematical Abilities in Schoolchildren*, University of Chicago Press, Edited by Jeremy Kilpatrick and Izaak Wirszup, 1976, p.67.

tradicional – transmissor e organizador de conhecimentos – valorizará mais a utilização de métodos explicativos, nos quais, raramente, se utiliza a visualização, desvalorizando a autonomia dos estudantes e influenciando negativamente o desenvolvimento da capacidade de visualização e também da independência e criatividade.

Norma Presmeg<sup>25</sup>, investigadora e matemática identificou vários tipos de imagens mentais criadas pelos estudantes durante a resolução de problemas de geometria: as *imagens concretas*, as *imagens cinéticas* e as *imagens dinâmicas*. As primeiras podem compara-se a fotografias geradas na mente e são imagens mentais figurativas, de objectos reais; as segundas, referem-se a actividades mentais associadas a movimentos musculares, como da mão ou da cabeça (quando ao descrever rectas paralelas o aluno utiliza as mãos, por exemplo); por último, as imagens dinâmicas são imagens mentais nas quais se imagina o objecto em movimento. John Del Grande<sup>26</sup> sistematizou as habilidades psicológicas necessárias à compreensão de imagens. A primeira – *percepção da figura e do contexto* – é a capacidade de reconhecer uma figura isolando-a do seu contexto, sempre que aparece camuflada pela sobreposição de outros elementos geométricos; a segunda – *conservação da percepção* – é a capacidade de reconhecer que um objecto mantém determinadas propriedades (forma, tamanho, etc.) mesmo que mude de posição e deixe de ser completamente visível; a terceira – *reconhecimento de relações espaciais* – é a capacidade de identificar correctamente as relações entre vários objectos situados simultaneamente no espaço (equidistância, simetria, perpendicularidade, etc.); por último surge a *discriminação visual*, como sendo a capacidade para comparar duas imagens (ou dois objectos na mesma imagem) e identificar semelhanças e diferenças.

A relação entre a capacidade de visualização e a geometria é muito mais directa quando se trata de geometria descritiva, por abordar as relações espaciais entre os elementos geométricos, sendo inevitável a utilização de representações planas de elementos tridimensionais. Assim, a capacidade de criação de imagens mentais dinâmicas e de interpretação de representações planas de elementos espaciais é imprescindível para o desenvolvimento da aprendizagem nesta disciplina.

Cristina Loureiro também aborda a questão da visualização e do raciocínio visual, destacando a aprendizagem através dos softwares de geometria dinâmica. Utilizando modelos digitais, o aluno pode realizar experiências diversas e alterações sobre as figuras

---

<sup>25</sup> Presmeg, N., *Visualisation and Mathematical Giftedness, Educational Studies in Mathematics*, 1986, p. 80.

<sup>26</sup> Del Grande, J., *Spacial sense, arithmetic teacher*, 1990, p.47.

e formas geométricas. Ainda acerca da capacidade de visualização, a autora, referindo as investigações de Marjorie Senechal<sup>27</sup>, fala da maneira como as pessoas pensam visualmente e como esta capacidade varia de indivíduo para indivíduo, sendo que alguns indivíduos pensam de forma mais visual do que outros. Um dos aspectos importantes da utilização do computador no momento de visualização é que o mesmo acaba com estas supostas diferenças entre os alunos. “O computador torna possível que grupos de indivíduos, ainda que separados por grandes distâncias, possam colaborar na exploração visual, seja ela artística ou de âmbito científico”<sup>28</sup>. Marjorie Senechal fala, ainda, da democratização do raciocínio visual, possibilitada pelo computador. A utilização do computador, facilitando a visualização, altera, também, a forma de resolver problemas. Ora, a resolução e a formulação de problemas são uma característica fundamental da geometria, depreendendo-se que, deste modo, os problemas ganharão novos contornos, sugerindo novos problemas e novas formas de os resolver.

A utilização de modelos, tanto digitais como reais, para além de ajudar a desenvolver a capacidade de visualização, estimula duas habilidades fundamentais do raciocínio humano - a intuição e a dedução - como refere Claudi Alsina, da Universidade Politécnica da Catalunha. Segundo a autora, a intuição e o senso comum devem ser educados a partir da experimentação, da análise, etc., partindo do exemplo dos poliedros. Dificilmente se podem descobrir características dos mesmos sem nunca ter visto, tocado ou construído modelos dos mesmos, sendo imprescindível a utilização de materiais didáticos, como modelos, desde o ensino primário. “A utilização de modelos deve ser aplicada em qualquer nível educativo. Será a quantidade de visualizações, o rigor justificativo e a linguagem utilizada para formalizar, que atribuirá ao material utilizado a distinção que merece, dependendo do nível escolar”<sup>29</sup>. No ensino da geometria é conveniente e necessário partir de aproximações intuitivas, de experimentar, de fazer modelos, de medir, etc. Deste modo, o desenvolvimento da intuição deve basear-se em toda uma experimentação extremamente rigorosa, sem descorar o lado lúdico, essencialmente em níveis escolares mais básicos. Por sua vez, o desenvolvimento da intuição e da dedução fomentam a criatividade.

---

<sup>27</sup> **Senechal, M.**, *Visualization and visual thinking*, In: Joseph Malkevitch (Ed.), *Geometry's Future*, COMAP, Inc. USA, 1991, p. 56.

<sup>28</sup> **Loureiro, C.**, *Computadores no ensino da geometria*, In: *Ensino da Geometria no virar do milénio*, Eduardo Veloso (org.), Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 1999, p.45.

<sup>29</sup> **Alsina, C.**, *Intuición y Deducción en Geometría*, In: *Ensino da Geometria no virar do milénio*, Eduardo Veloso (org.), Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 1999, p.33.



Eduardo Veloso, numa das suas obras sobre geometria, refere-se ao sistema educacional actual baseado, quase na sua totalidade, no estudo das palavras e dos números, criticando negativamente esta realidade. O autor defende que “numa sociedade em que os aspectos visuais se tornam predominantes, o que é importante é aprender a ver, e isso apenas se adquire pela experiência seguida de reflexão”<sup>30</sup>, devendo ser este um dos objectivos do ensino da geometria. O autor defende, essencialmente, a utilização de modelos manipuláveis, ao longo de toda a escolaridade, como método de construção de uma memória de imagens que servirão de suporte a experiências de visualização espacial e abstracta progressivamente mais complexas e sempre apoiadas pelo domínio, também essencial, da representação.

“A frase que se ouve frequentemente, ‘nunca fui capaz de ver no espaço’, pode levar a crer que essa capacidade é como que inata, há quem a tenha e quem nunca a venha a ter. Mas não é assim. O poder de visualização treina-se, e uma das consequências de um ensino da geometria em que se utilizem métodos activos de construção e manipulação de modelos e em que existam actividades explícitas para desenvolver a visualização é precisamente o acréscimo desse poder”<sup>31</sup>.

No mesmo trabalho o autor apresenta algumas actividades que recorrem a modelos tridimensionais e promovem a capacidade de visualização, no contexto de ensino-aprendizagem dos conteúdos do Método Europeu de Representação e das Axonometrias, essencialmente a perspectiva cavaleira. Relativamente ao Método Europeu de Representação, duas vistas/projecções são, em geral, insuficientes para definir um sólido, ou seja, não existe uma correspondência biunívoca entre os sólidos e os seus pares de projecções (planta e vista de frente, por exemplo). Assim, se a cada sólido corresponde um par só par – vista de frente, planta – o inverso já não é verdade. Eduardo Veloso propõe, assim, exercícios que partem desta característica e treinam a capacidade para identificar as vistas de um sólido. As mais habituais utilizam pequenos cubos que podem ser empilhados de diversas formas para fazer construções. Dão-se em geral duas vistas e pede-se um desenho em perspectiva da construção ou a realização da própria construção. Estes problemas têm em geral mais do que uma solução e é habitual pedir-se as construções extremas relativamente ao número de cubos utilizados – a que utiliza menos cubos e a que utiliza mais cubos. A utilização de pequenos cubos de madeira ou de outros materiais facilita o desenvolvimento de actividades de vistas, que são muito importantes para a aquisição e treino das capacidades de visualização. Na opinião do autor, as

---

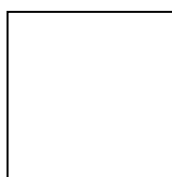
<sup>30</sup> Veloso, E., *Geometria: temas actuais, materiais para professores*, Inst. de Inovação Educacional, Lisboa, 1999, p.131.

<sup>31</sup> Veloso, E., *Geometria: temas actuais, materiais para professores*, Inst. de Inovação Educacional, Lisboa, 1999, p.133.

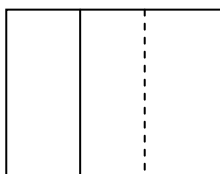
actividades com cubos são mais indicadas para realizar com alunos do ensino básico. A seguinte actividade, referida no trabalho do autor, foi proposta a alunos de uma turma experimental do 7º ano e realizou-se recorrendo a modelos do cubo e do tetraedro.

### ACTIVIDADE I

1. Assenta o cubo em cima da mesa, sobre uma das faces. Se te baixares de maneira que o cubo fique mais ou menos à altura dos teus olhos, e se olhares o cubo de longe, poderás vê-lo por exemplo assim,

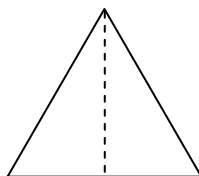


Se a face do lado de cá estiver a tapar todas as outras. Ou assim,



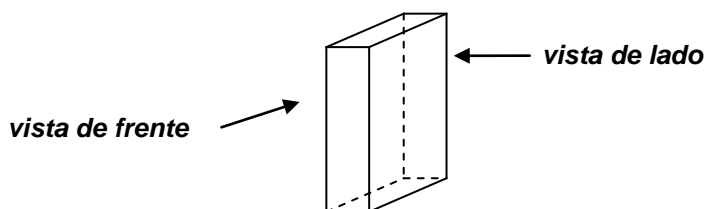
Se houver duas faces do lado de cá que tapam outras duas do lado e lá. Repara que está desenhada a tracejado uma aresta que não se vê por estar do lado de trás do cubo. De que outras maneiras é possível ver o cubo? Faz esboços indicando essas maneiras, mas tem o cuidado de por a tracejado as arestas que não se vêem.

2. Quanto ao tetraedro, uma das maneiras como o podemos ver é a seguinte:

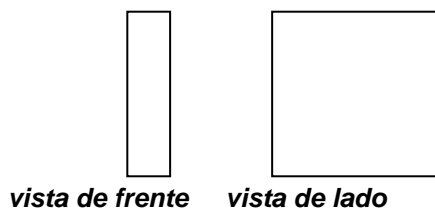


Desenha esboços que mostrem outras maneiras como podemos ver o tetraedro.

3. Imagina que colocavas um paralelepípedo em cima da mesa, como na figura seguinte. Duas maneiras de ver este prisma estão indicadas pelas setas e chamam-se vista de frente e vista de lado:

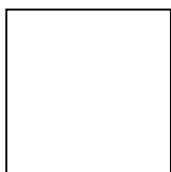


Os desenhos que se seguem representam essas duas vistas do paralelepípedo.

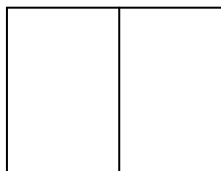


Olha para o cubo que tens sobre a mesa e responde às seguintes perguntas:

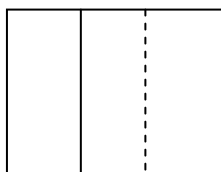
- a) Se a vista de frente é assim, como será a vista de lado?



- b) Se a vista de frente é assim, como será a vista de lado?

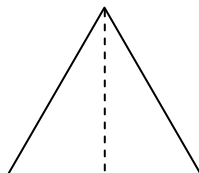


- c) Se a vista de frente é assim, como será a vista de lado?

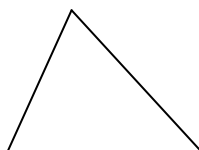


4. Repara agora no tetraedro e responde às seguintes perguntas:

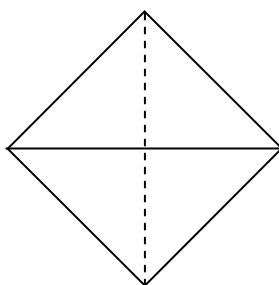
- a) Se a vista de frente é assim, como será a vista de lado?



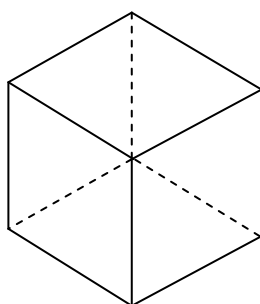
- b) Se a vista de frente é assim, como será a vista de lado?



c) Se a vista de frente é assim, como será a vista de lado?



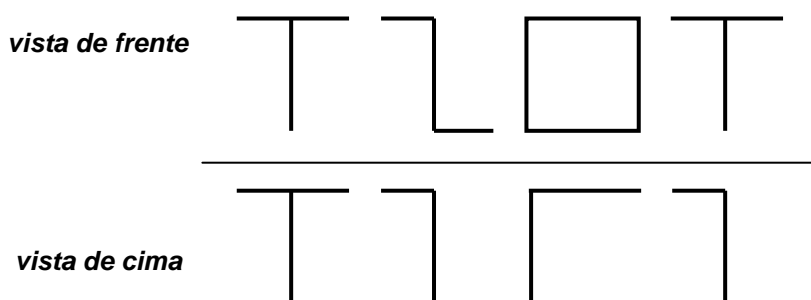
5. E agora, um problema um pouco mais difícil. Se a vista de frente de um cubo é assim, com será a vista de lado?<sup>32</sup>



A actividade que se segue, também proposta pelo autor, mostra como os esboços em perspectiva cavaleira simplificam a discussão e comunicação dos resultados de uma investigação em geometria do espaço.

## ACTIVIDADE II

Imagine que tem arames flexíveis, de vários comprimentos, e pretende dobrar esses arames de modo a conseguir formas cujas vistas de frente e de cima sejam as seguintes:



Descubra formas de dobrar correspondentes a cada um dos casos (A), (B), (C) e (D). Não é permitido dobrar o arame sobre si próprio.<sup>33</sup>

<sup>32</sup> Veloso, E., *Geometria: temas actuais, materiais para professores*, Inst. de Inovação Educacional, Lisboa, 1999., pp. 140-142.

Esta actividade deve ser feita utilizando arames reais e tentando dobrá-los de modo a ficarem com a forma pretendida. No entanto, o recurso à perspectiva cavaleira de um cubo como forma para observar as dobragens pode ser um auxiliar na resolução do exercício.

No contexto da Unidade Curricular em análise neste relatório, tal como descrito no primeiro capítulo acerca dos materiais didácticos utilizados, foram apresentados aos alunos diversos modelos que facilitaram o processo de ensino-aprendizagem, tanto modelos reais manipulados manualmente, como modelos digitais, criados num software específico de desenho e animação em 3D. Os modelos reais foram elaborados pelos alunos (excepto o modelo de exemplificação do sistema axonométrico), individualmente, a partir de enunciado prévio fornecido pela docente e mestranda (ver anexo 7). Os modelos digitais foram elaborados pela docente e manipulados tanto pela mesma como pelos alunos, em aula, no ambiente de trabalho do programa, de forma a permitir aos alunos observarem diferentes ângulos e situações do modelo.

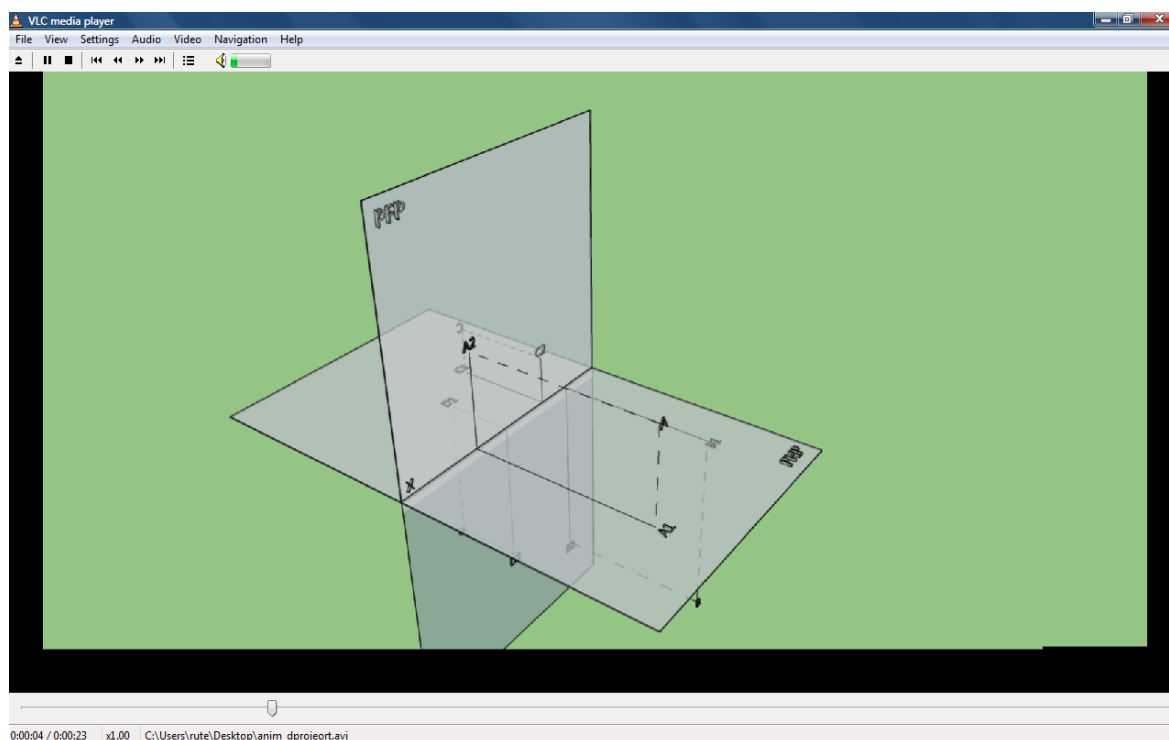
---

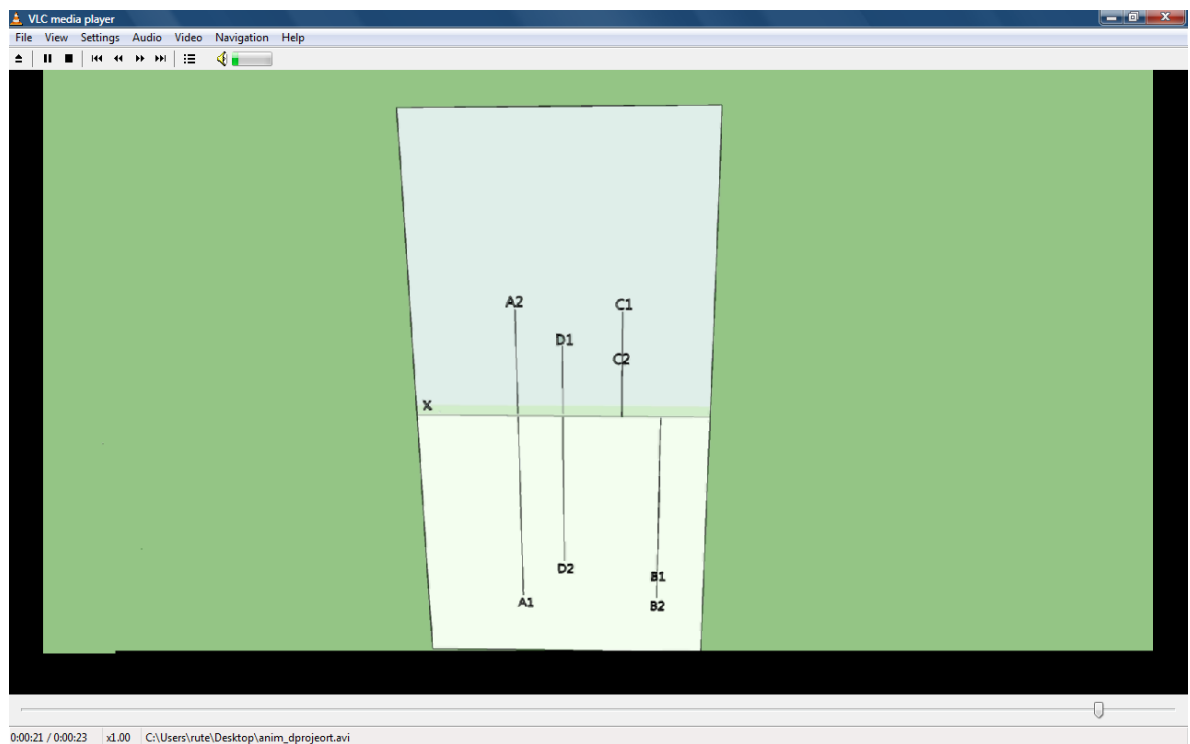
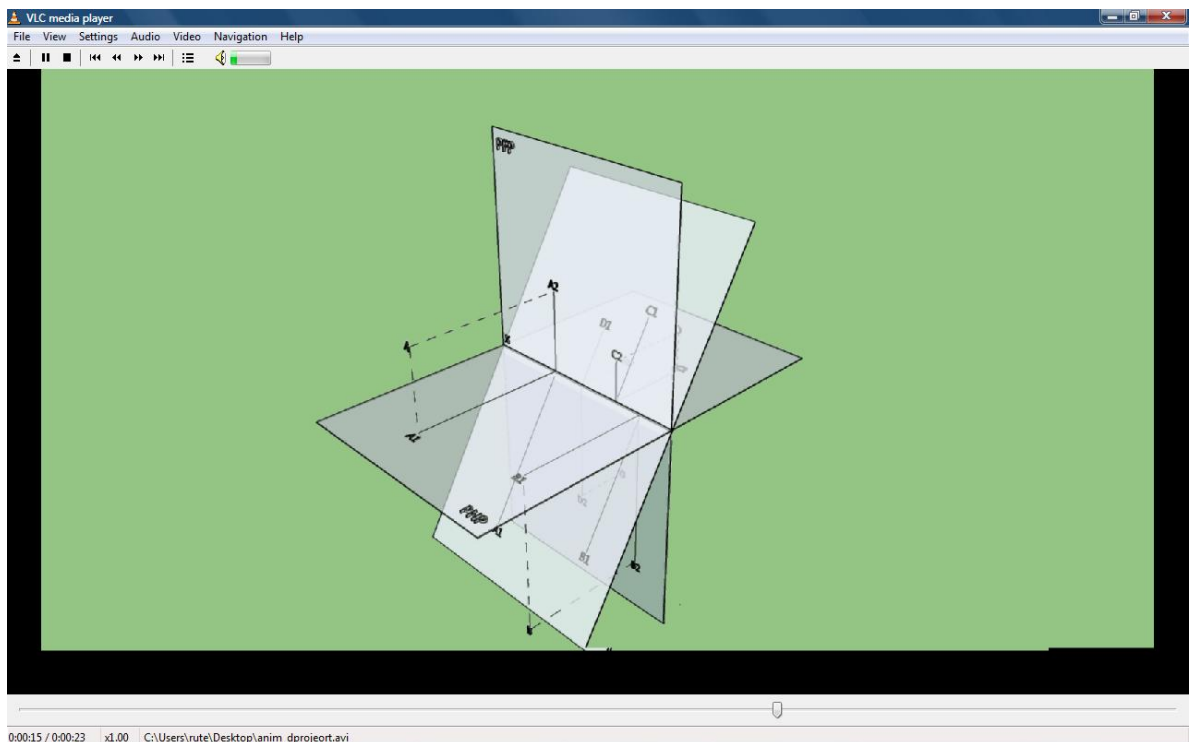
<sup>33</sup> **Veloso, E.**, *Geometria: temas actuais, materiais para professores*, Inst. de Inovação Educacional, Lisboa, 1999, p.160.

## 3.2 Os modelos digitais

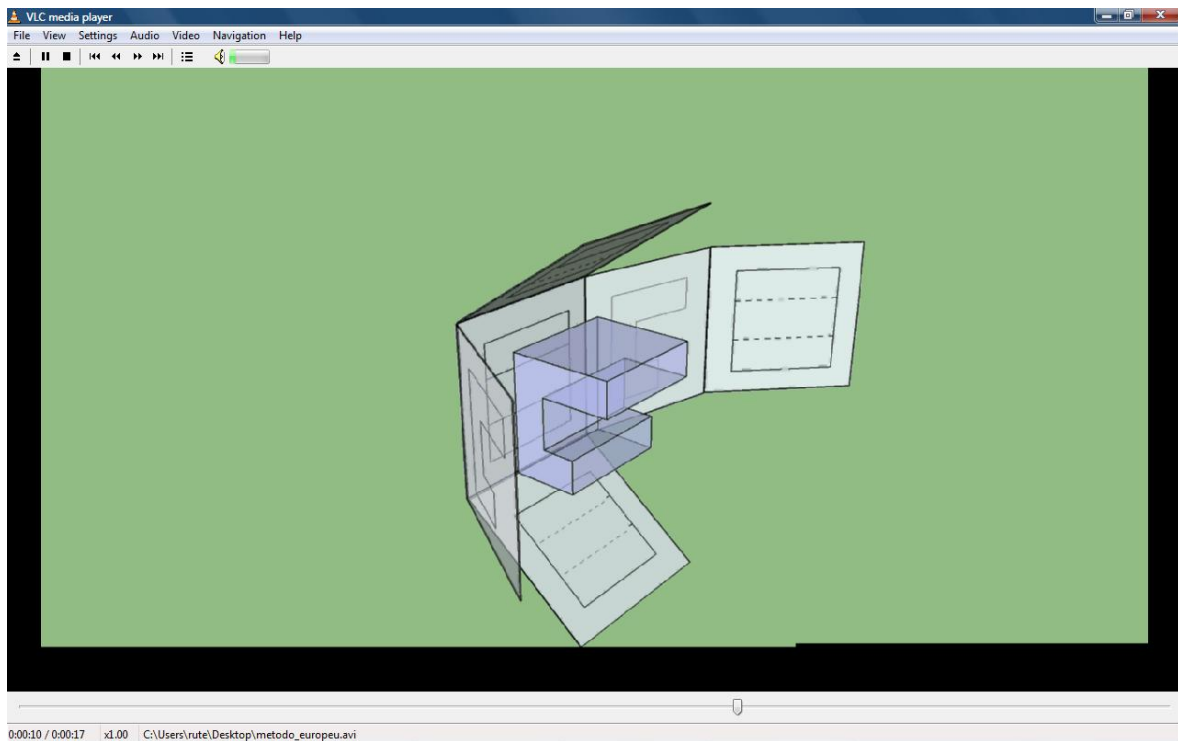
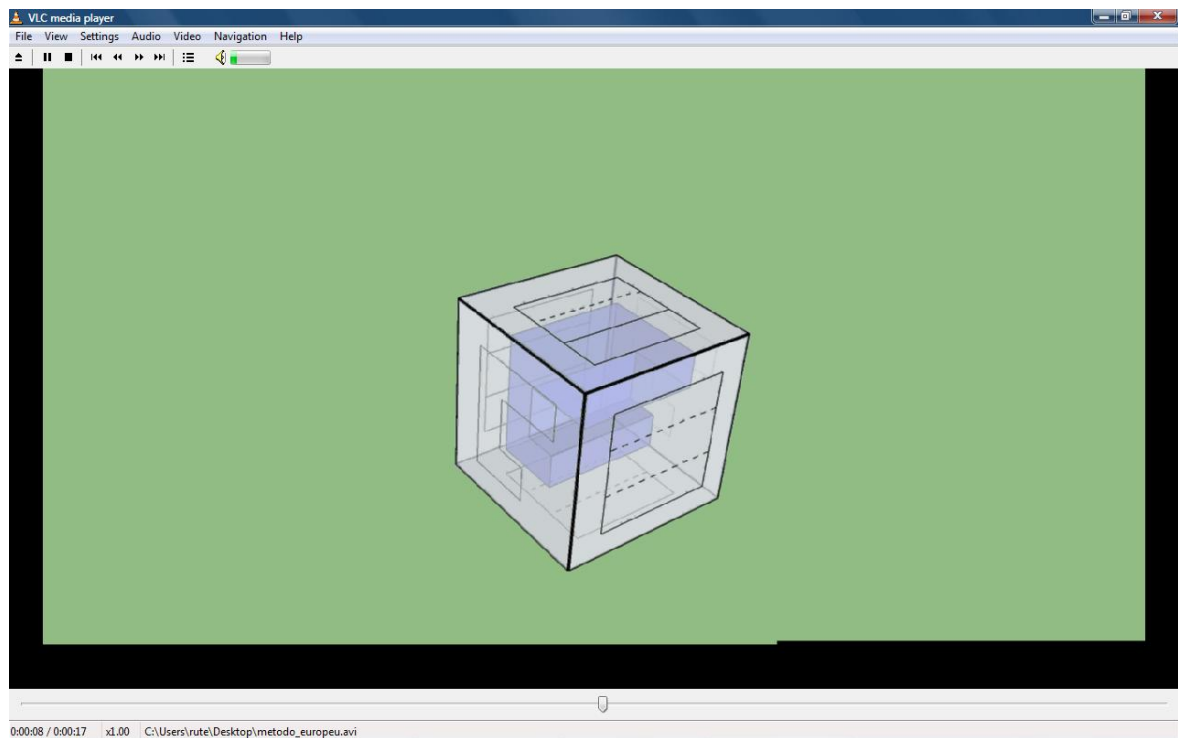
Os modelos digitais, como anteriormente referidos, foram criados pela docente num dos softwares abordados no capítulo dois – o SketchUp – pois, tal como referido, este programa apresenta um interface bastante intuitivo e o método de criação de animações é bastante rápido e simples, comparativamente a outros softwares CAD. O facto dos alunos terem de manipular também o software foi outro factor importante na escolha do mesmo, pelo grafismo do interface e ambiente de trabalho que estimulam a aprendizagem e a interacção com o utilizador.

Foram desenvolvidas e apresentadas três animações distintas, referentes aos conteúdos abordados: a primeira centrou-se, no Sistema de Dupla Projecção Ortogonal; a segunda, no Método Europeu de Representação; finalmente, a terceira focou-se na perspectiva axonométrica cavaleira (projecção oblíqua). Os respectivos ficheiros dos modelos e das animações já exportados para formato específico de leitura encontram-se em anexo, em suporte CD. No entanto, seguem-se algumas imagens que correspondem a frames dessas animações. Em aula, como já referido, os alunos, para além de visualizarem estes ficheiros, trabalharam no próprio programa.

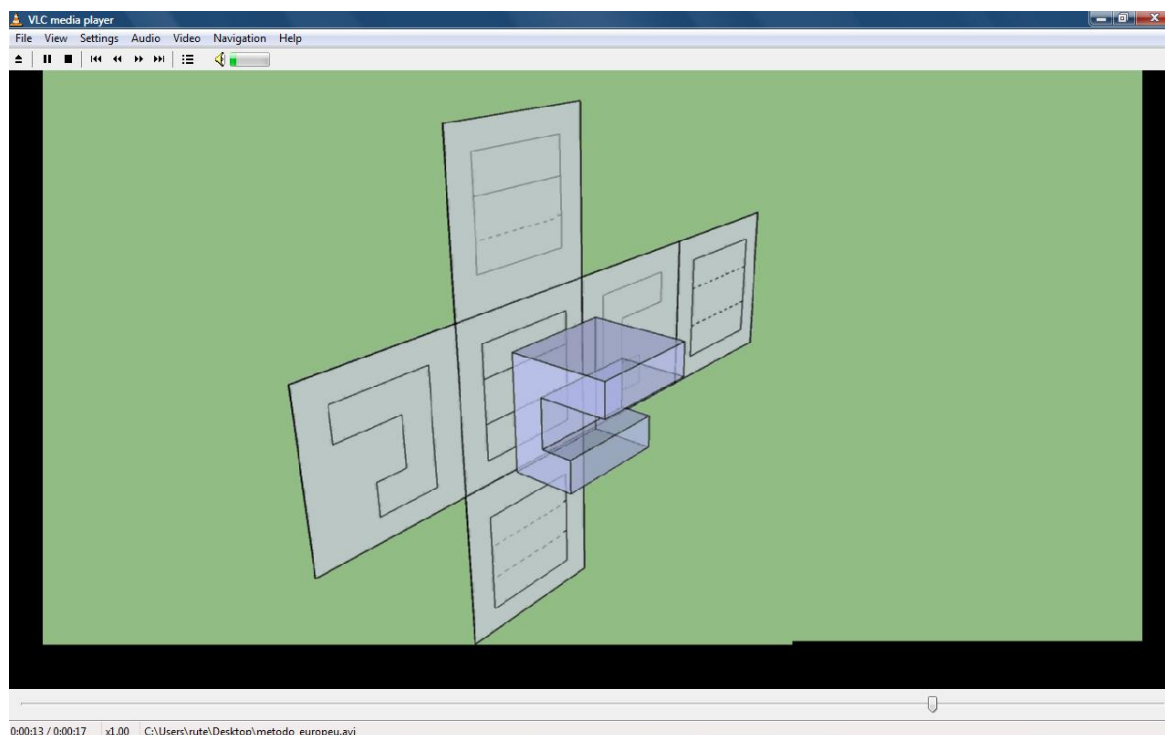




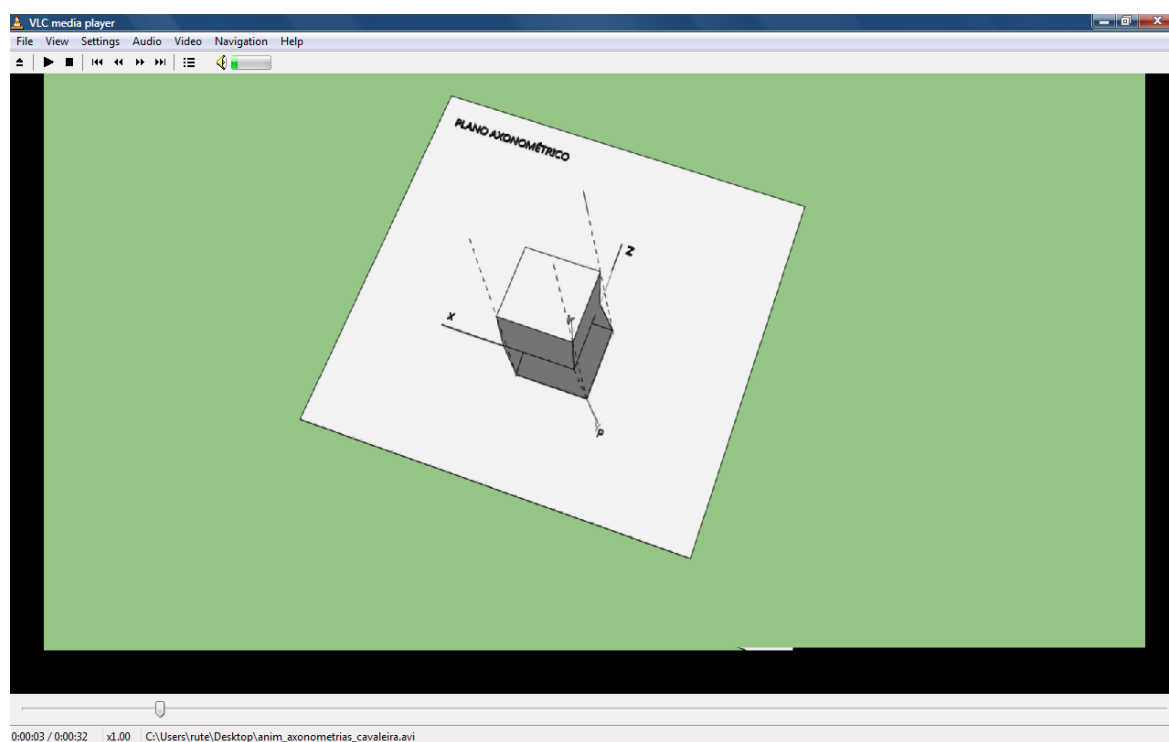
**FIGURAS 38, 39 E 40 – FRAMES DA ANIMAÇÃO DO SISTEMA DE DUPLA PROJEÇÃO ORTOGONAL**

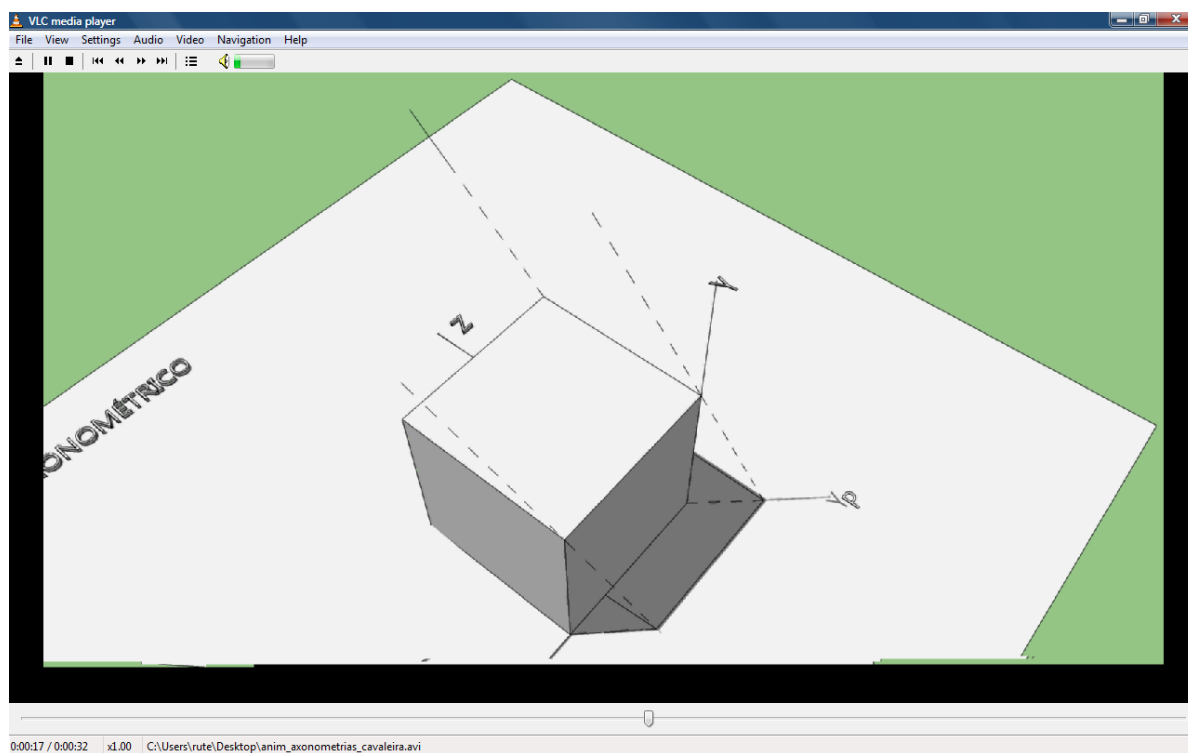
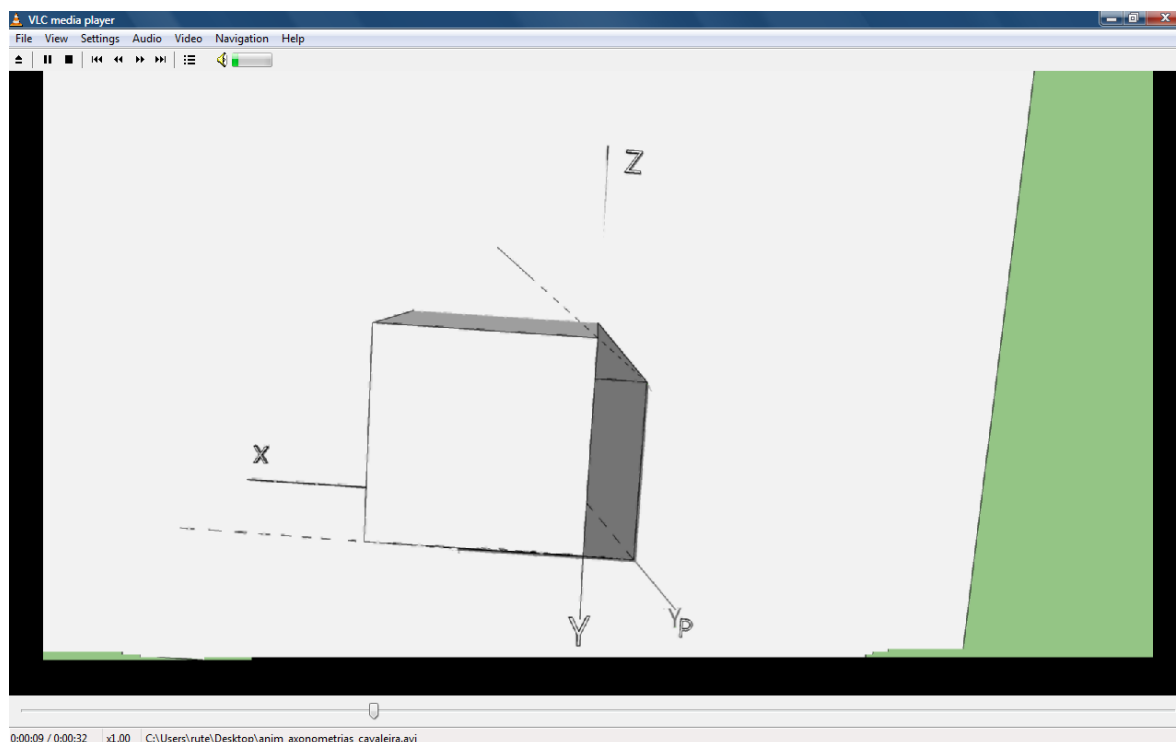






**FIGURAS 41, 42 E 43 – FRAMES DA ANIMAÇÃO DO MÉTODO EUROPEU DE REPRESENTAÇÃO**





**FIGURAS 44, 45 E 46 – FRAMES DA ANIMAÇÃO DA PERSPECTIVA CAVALEIRA**

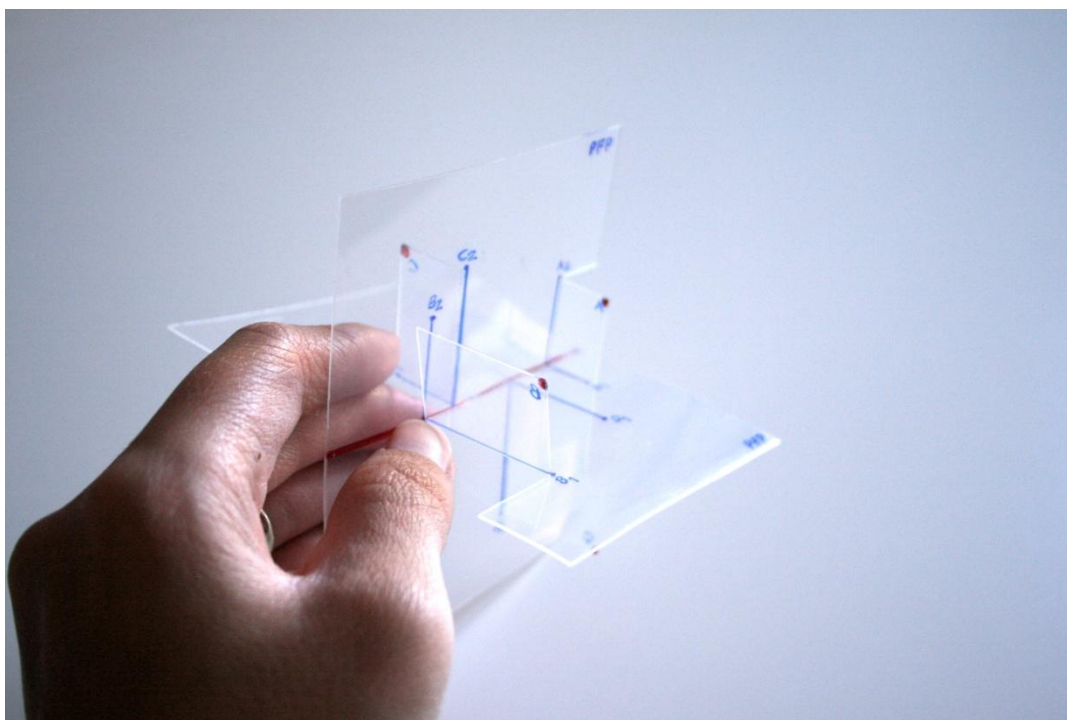
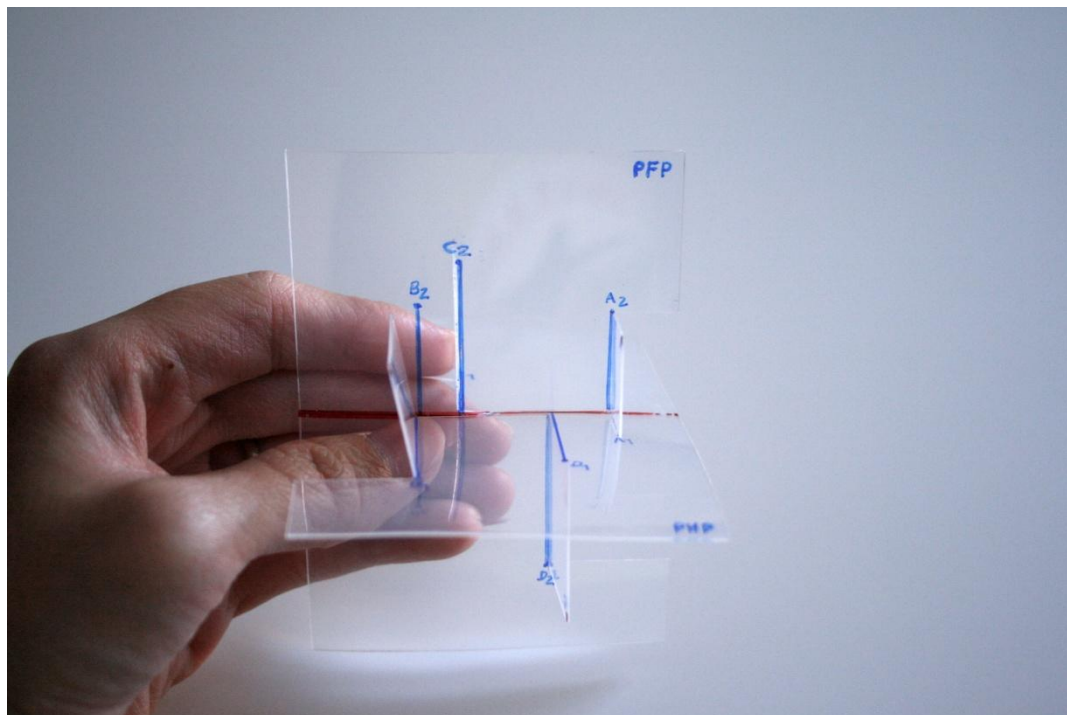
### 3.3 Os modelos reais

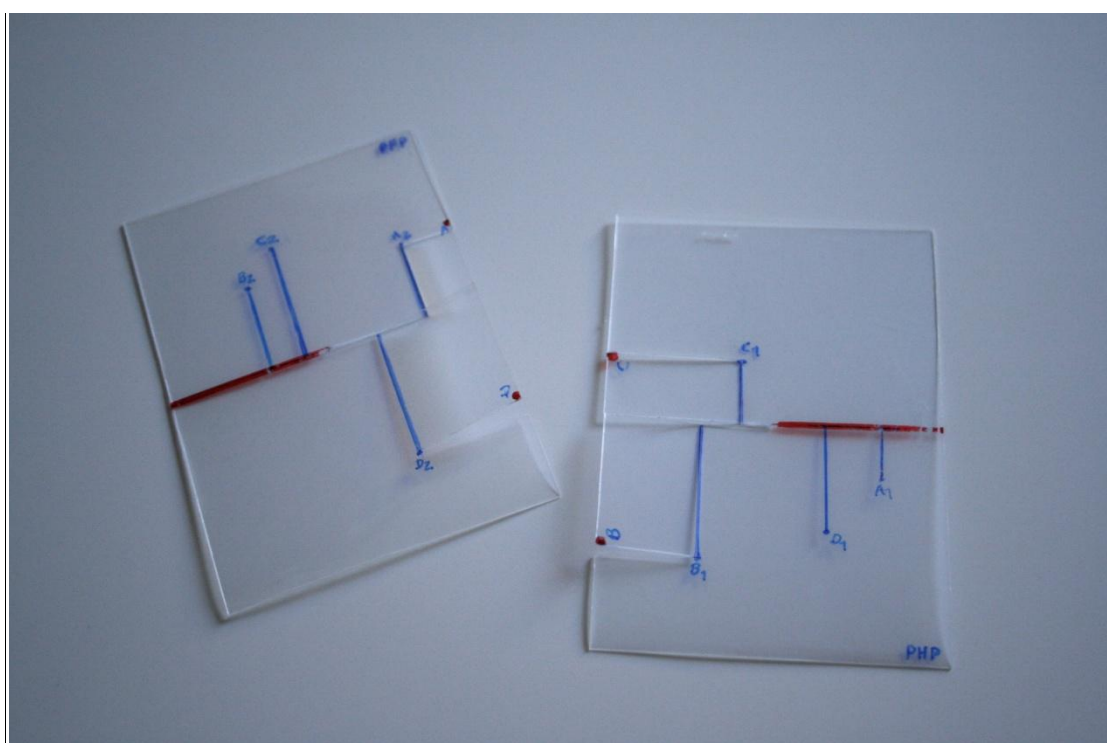
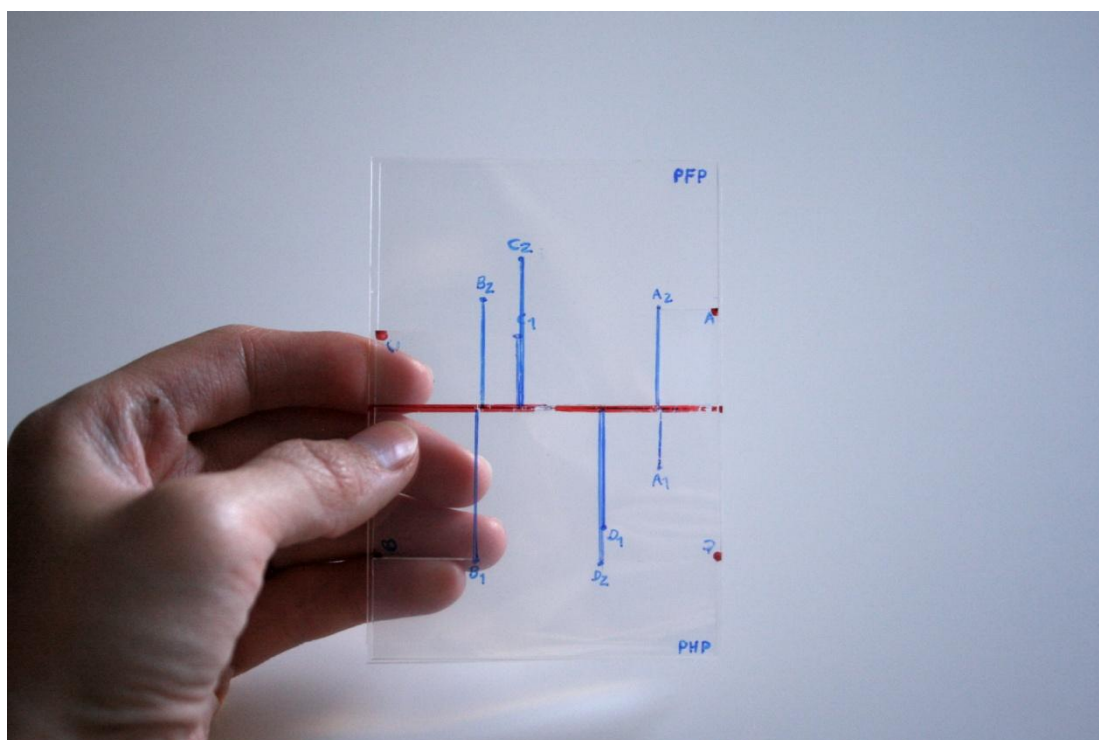
Relativamente aos modelos reais, foram elaborados três ao longo da explicitação da Unidade Didáctica, referentes ao estudo da Dupla projecção Ortogonal, Método Europeu e, por último, Axonometrias. A realização dos dois primeiros modelos, para os dois conteúdos já referidos, integrou um exercício proposto pela docente, segundo enunciado previamente fornecido (ver anexo 7). Assim, cada aluno realizou um modelo, individualmente, o que permitiu, para além da construção de um elemento visual tridimensional de apoio à aprendizagem de conceitos abstractos, o desenvolvimento de capacidades manuais no âmbito da destreza e manipulação de elementos de desenho rigoroso e de corte. A exigência de rigor na construção destes modelos desenvolveu igualmente a motricidade fina. Estes dois modelos tinham por objectivo acompanhar os alunos ao longo da aprendizagem realizada nas aulas e servir de recurso para manipulação durante a realização de exercícios mais complexos, que exigissem um elevado grau de abstracção.

O modelo referente à aprendizagem das axonometrias foi apresentado pela docente. O modelo apresentado, consistiu num elemento simples, optando-se por introduzir mais objectos e dados nos modelos digitais, dada a complexidades deste sistema de projecção e que os softwares ultrapassam facilmente. A imagem seguinte mostra o modelo realizado pelos alunos para o estudo da Dupla projecção Ortogonal. Este apresenta dimensões reduzidas, pois o objectivo era poder ser facilmente guardado e manipulado pelos alunos, acompanhando a explicitação teórica e a realização de exercícios práticos, sempre que necessário. Para tal utilizou-se um material fácil de trabalhar, de bastante leveza mas também estabilidade – polipropileno. A transparência do material foi outro requerimento para a eficiência do modelo, pelas características do sistema de projecção em estudo. Desta forma seriam visíveis, em simultâneo, os quatro quadrantes, assim como as projecções de qualquer ponto, independentemente da localização no espaço e mesmo após o rebatimento dos planos sobre si. Depois de construídos os dois planos de projecção – o PHP e o PFP – os alunos realizaram cortes e dobragens específicas no polipropileno, que permitiam a visualização tanto dos pontos no espaço como das suas projecções e, ainda, o rebatimento.

Este modelo revelou-se fundamental para a aprendizagem e estruturação de conceitos mais abstractos, assim como o desenvolvimento da capacidade de visualização. O facto do modelo apresentar elevada portabilidade também foi um factor muito relevante

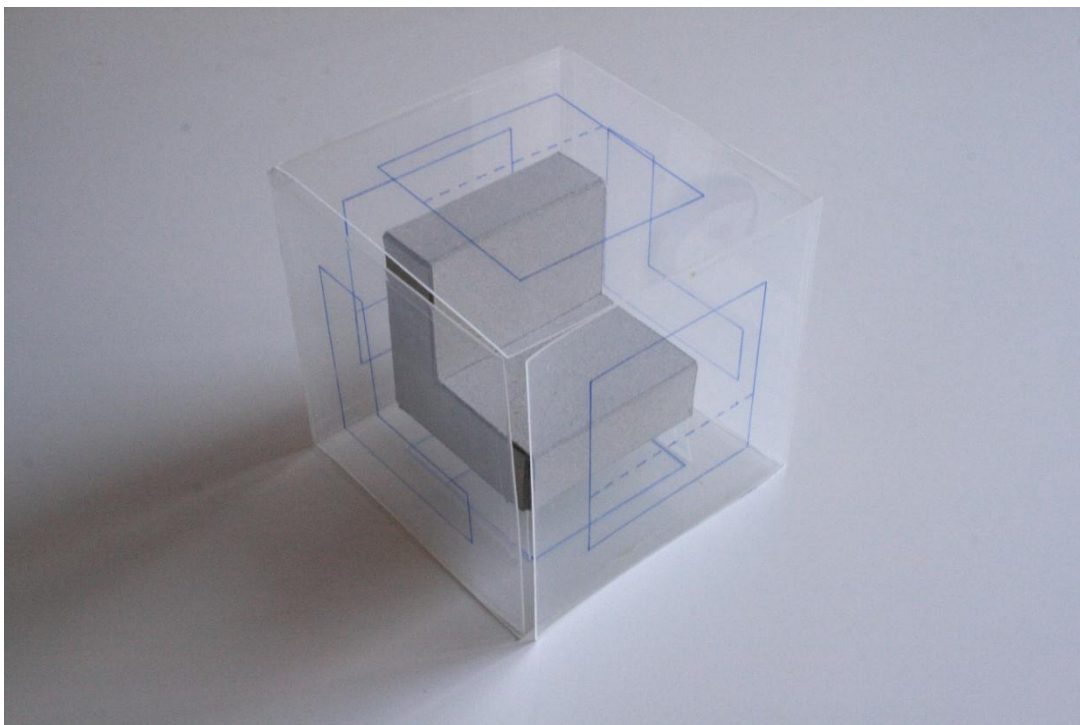
na medida em que os alunos podiam consultar o modelo sempre que apresentassem dúvidas.



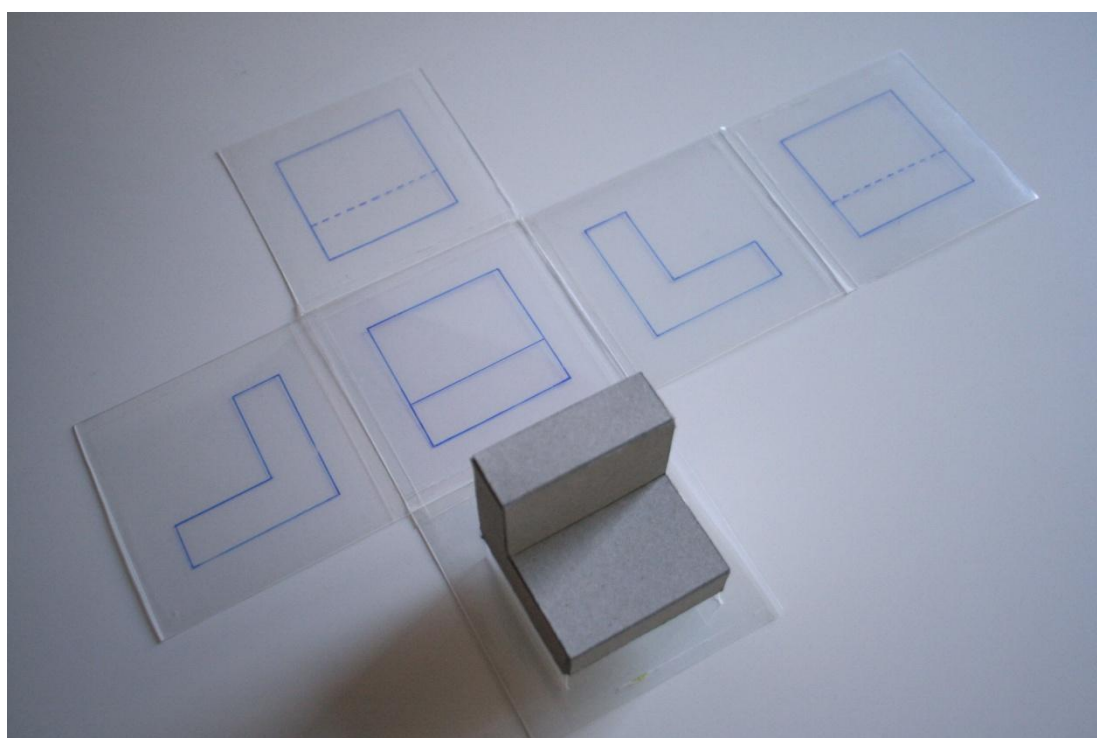
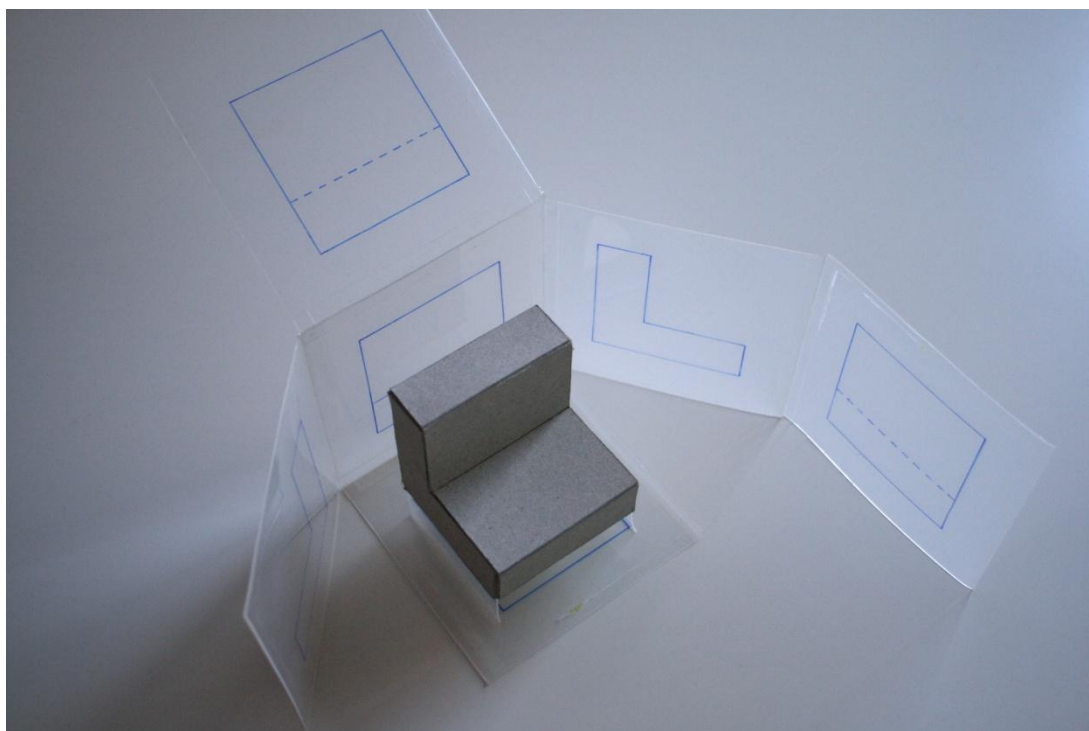


FIGURAS 47, 48, 49 E 50 – IMAGENS DO MODELO REALIZADO PELOS ALUNOS

Seguidamente, após o estudo da Dupla Projecção Ortogonal, trabalhou-se o Método Europeu de Representação, sendo realizado, mais uma vez, um modelo tridimensional, por cada aluno. Este modelo consistia num cubo transparente e planificável, no qual eram representadas as projecções de um sólido, e no próprio sólido que podia ser posicionado mesmo no centro do cubo quando este se encontrava fechado. Assim, os alunos puderam visualizar todo o processo de projecção no espaço e entender os conceitos de ortogonalidade aqui presentes, tal como no Sistema de Dupla Projecção Ortogonal. O facto de todo o modelo poder ser rebatido e reconstruído, sem limitações, foi outro factor decisivo para o desenvolvimento da capacidade de visualização no espaço e entendimento da passagem do tridimensional para o bidimensional. Mais uma vez, ao nível dos materiais utilizados, optou-se pelo polipropileno, pela possibilidade de transparência que permitiu ver todo o processo em 3D.

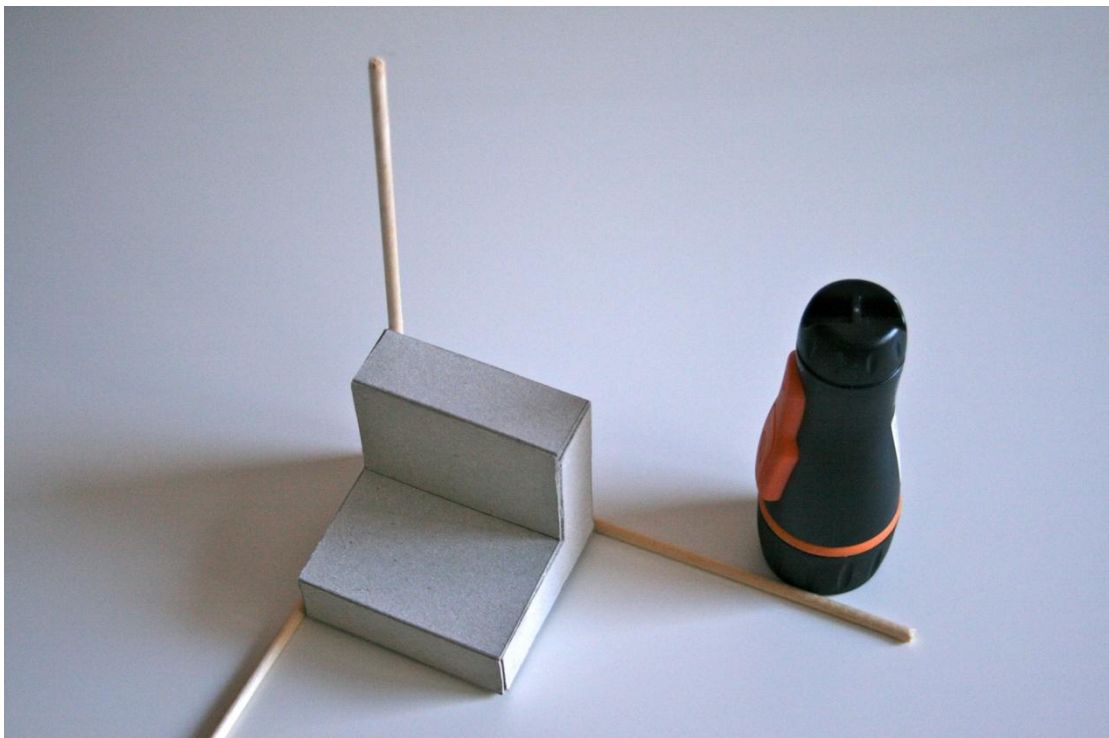




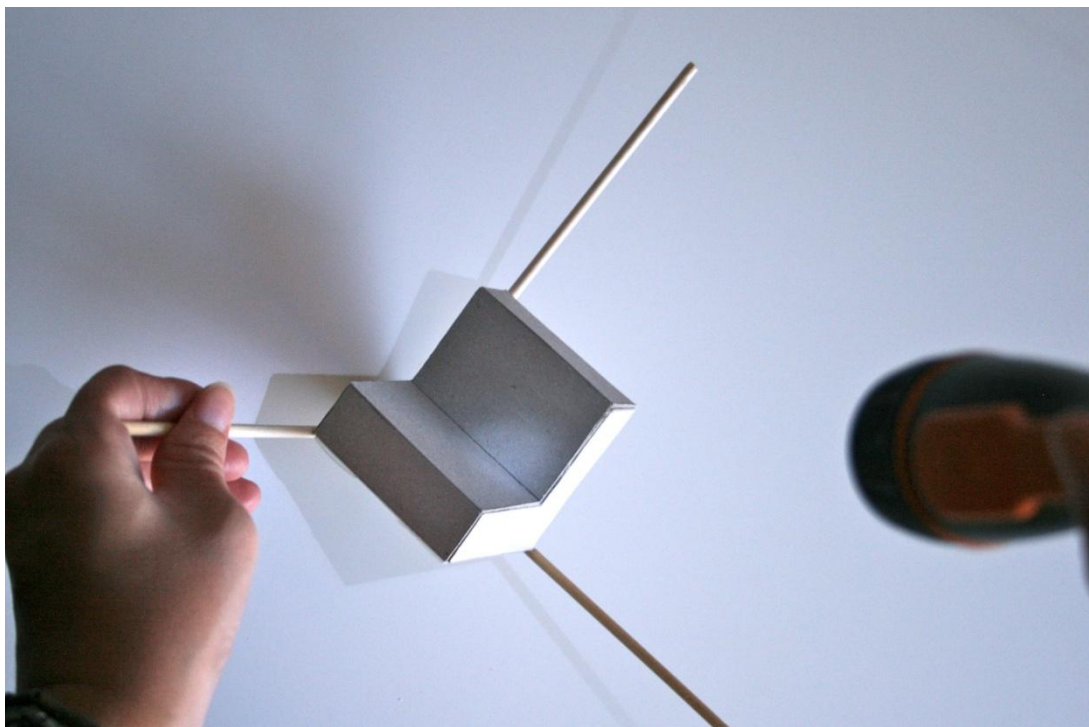
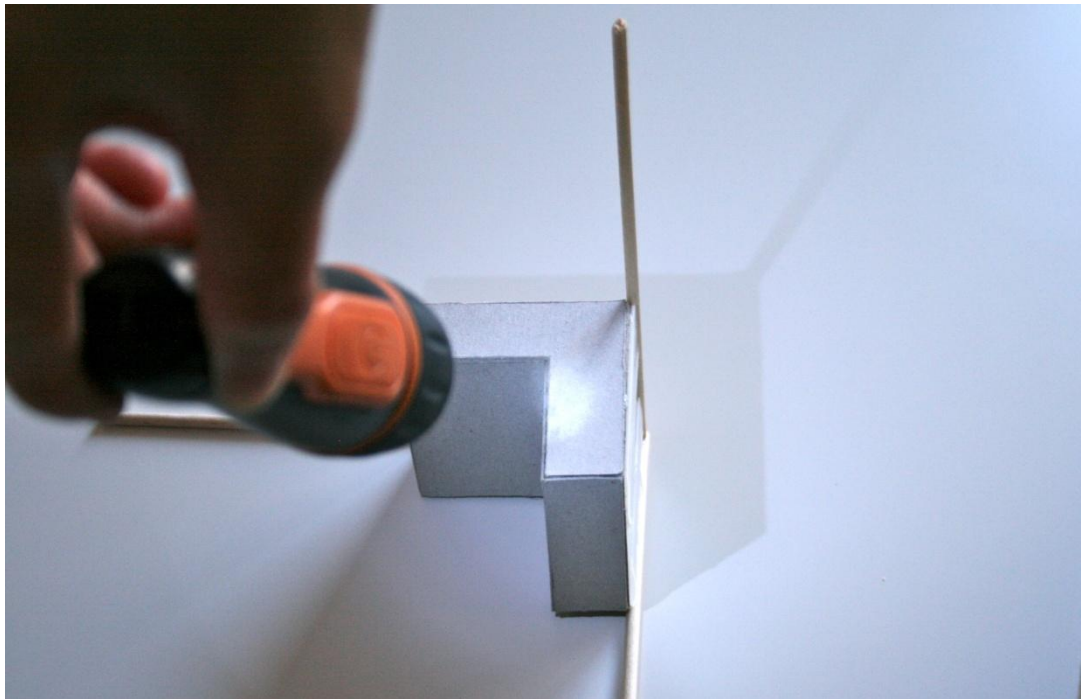


**FIGURAS 51, 52 E 53 – IMAGENS DO MODELO REALIZADO PELOS ALUNOS**

O último modelo, realizado pela docente para o ensino das Axonometrias, tal como referido anteriormente, apresentou maior simplicidade, tendo o modelo digital apresentado com maior eficiência este sistema de projecção mais complexo para a faixa etária em questão. O facto de, no nono ano de escolaridade, os alunos não aprenderem a realizar o rebatimento dos planos axonométricos, mas somente a construção de algumas perspectivas mais simples, através de coeficientes de redução previamente dados, também permitiu usufruir de alguma simplicidade no modelo real. Este modelo consistiu, assim, na construção dos três eixos coordenados, do plano de projecção axonométrico e de sólido (sólido geométrico simples apropriado para uma aprendizagem inicial) projectado recorrendo a uma projecção luminosa proveniente de uma lanterna e que exemplificou o processo de forma simples.







**FIGURAS 54, 55 E 56 – IMAGENS DO MODELO REALIZADO PELOS ALUNOS**

## CAPÍTULO IV – Os Exercícios no Contexto da Unidade Didáctica

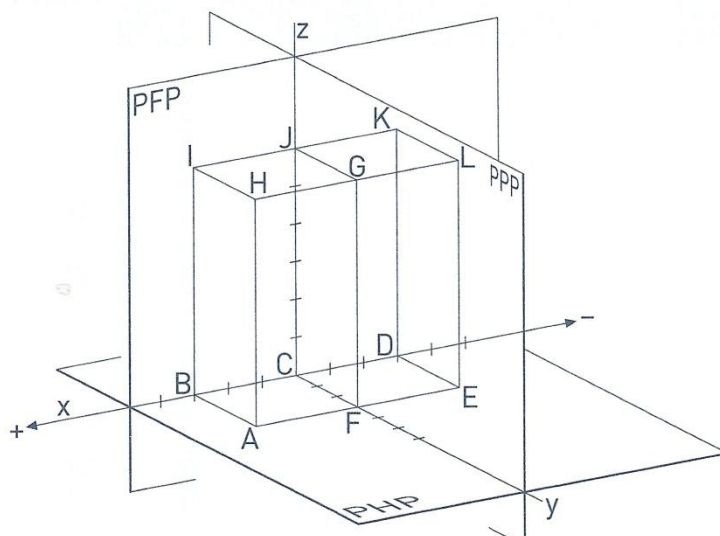
### 4.1 Dupla Projectão Ortogonal

Segundo a planificação da Unidade Didáctica, para cada conteúdo abordado, foram realizados exercícios, ao longo de algumas aulas específicas para aplicação prática das aprendizagens. De seguida apresentam-se os enunciados e a respectiva resolução para os exercícios referentes à Dupla Projectão Ortogonal e que tiveram a duração de cinco tempos lectivos.

#### 4.1.1 Os enunciados

##### Exercício 1

Observa a imagem:



- a) Indica as coordenadas dos pontos que vêes na figura, em que  $C(0;0;0)$ ;
- b) Indica as coordenadas dos seguintes pontos:
  - M**, simétrico de **A**, em relação ao eixo  $x$ ;
  - N**, simétrico de **G**, em relação ao plano frontal;
  - O**, simétrico de **L**, em relação ao plano horizontal;
  - P**, situado na mesma projectante horizontal que **H** e com 2 de cota;
  - Q**, situado na mesma projectante frontal de **K** e com 4 de afastamento;
  - R**, situado na mesma projectante de perfil de **H** e 3 unidades à direita de **L**.

- c) Representa pelas suas projecções e indica as coordenadas dos seguintes pontos:
- S**, ponto médio de **[HA]**;
  - T**, ponto médio de **[BA]**;
  - U**, 3 unidades à esquerda de **B**;
  - P**, de afastamento igual a **I**, mas com 2 de cota.
- d) Considera **[ABCF]** a base de um cubo. Descobre, atribui letras aos outros vértices e indica as coordenadas de cada ponto. Finalmente, representa-os pelas suas projecções.

## Exercício 2

Representa pelas suas projecções os pontos indicados e refere qual a sua posição no espaço. Coloca os pontos pela ordem apresentada e com diferentes abcissas.

**A**(6;3); **B**(3;3); **C**(3;6); **D**(0;4); **E**(-2;4); **F**(-5;5); **G**(-3;2); **H**(-4;0); **I**(-6;-1); **J**(-3;-5); **K**(0;-1);  
**L**(3;2); **M**(3;-3); **N**(2;1); **O**(0;0)

## Exercício 3

Indica as coordenadas e representa pelas projecções os seguintes pontos:

- B**, simétrico a **A**(2;4), relativamente ao PFP;
- D**, simétrico a **C**(3;3), relativamente ao PHP;
- F**, simétrico a **E**(0;3), relativamente ao eixo x.

## Exercício 4

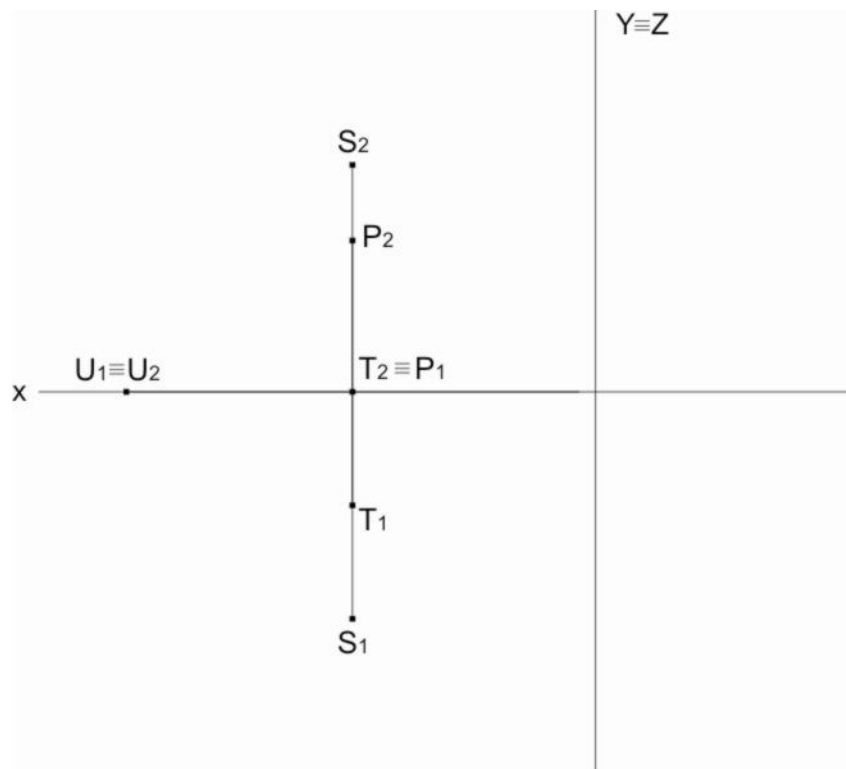
Desenha as projecções dos seguintes pontos:

**A**(-1;-2;2); **B**(2;-1;0); **C**(3;-1;-2); **D**(3;-3;-3); **E**(4;1;3); **F**(-3;0;4); **G**(4;3;2); **H**(-2;-1;-3);  
**I**(2;-2;2); **J**(5;-3;-3); **K**(-4;3;0); **L**(-3;0;-4); **M**(6;3;2); **N**(-5;-1;-3); **O**(-2;-2;2); **P**(-6;-3;-3);  
**Q**(-4;2;0); **R**(-7;0;-4); **S**(0;4;3); **T**(0;-4;3); **U**(8;5;-3); **V**(-8;3;2); **X**(-5;3;-2); **Z**(7;-2;-5).

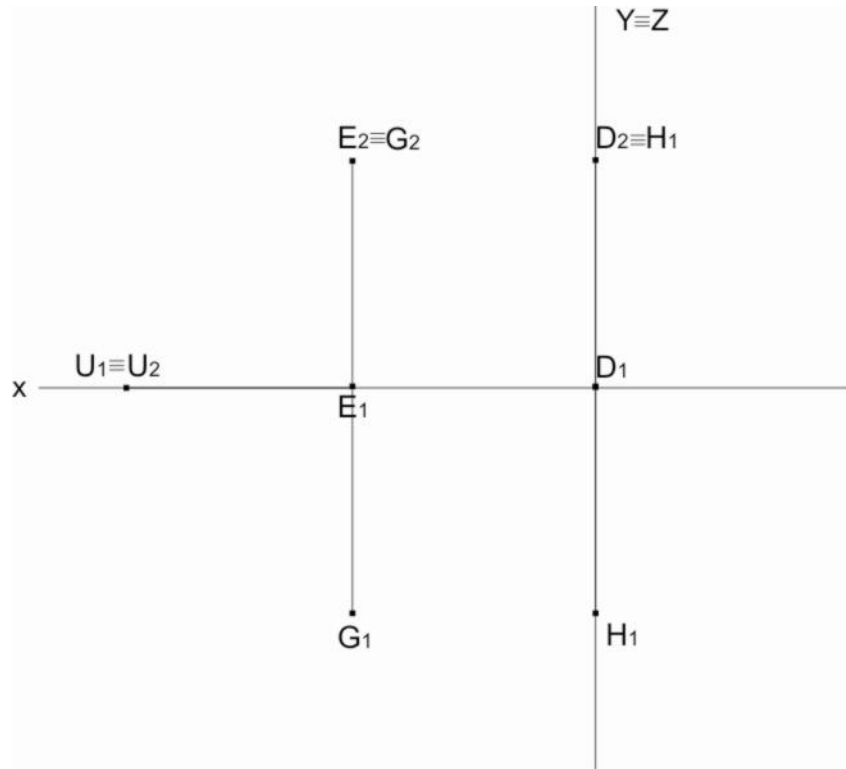
### 4.1.2 Resolução

#### Exercício 1

- a)  $A(3;3;0)$ ;  $B(3;0;0)$ ;  $D(-3;0;0)$ ;  $F(0;3;0)$ ;  $G(0;3;6)$ ;  $H(3;3;6)$ ;  $I(3;0;6)$ ;  $J(0;0;6)$ ;  $K(-3;0;6)$ ;  $L(-3;3;6)$ .
- b)  $M(3;-3;0)$ ;  $N(0;-3;6)$ ;  $O(-3;3;-6)$ ;  $P(3;3;2)$ ;  $Q(3;4;6)$ ;  $R(6;3;6)$ ;
- c)  $S(3;3;3)$ ;  $T(3;1,5;0)$ ;  $U(6;0;0)$ ;  $P(3;0;2)$

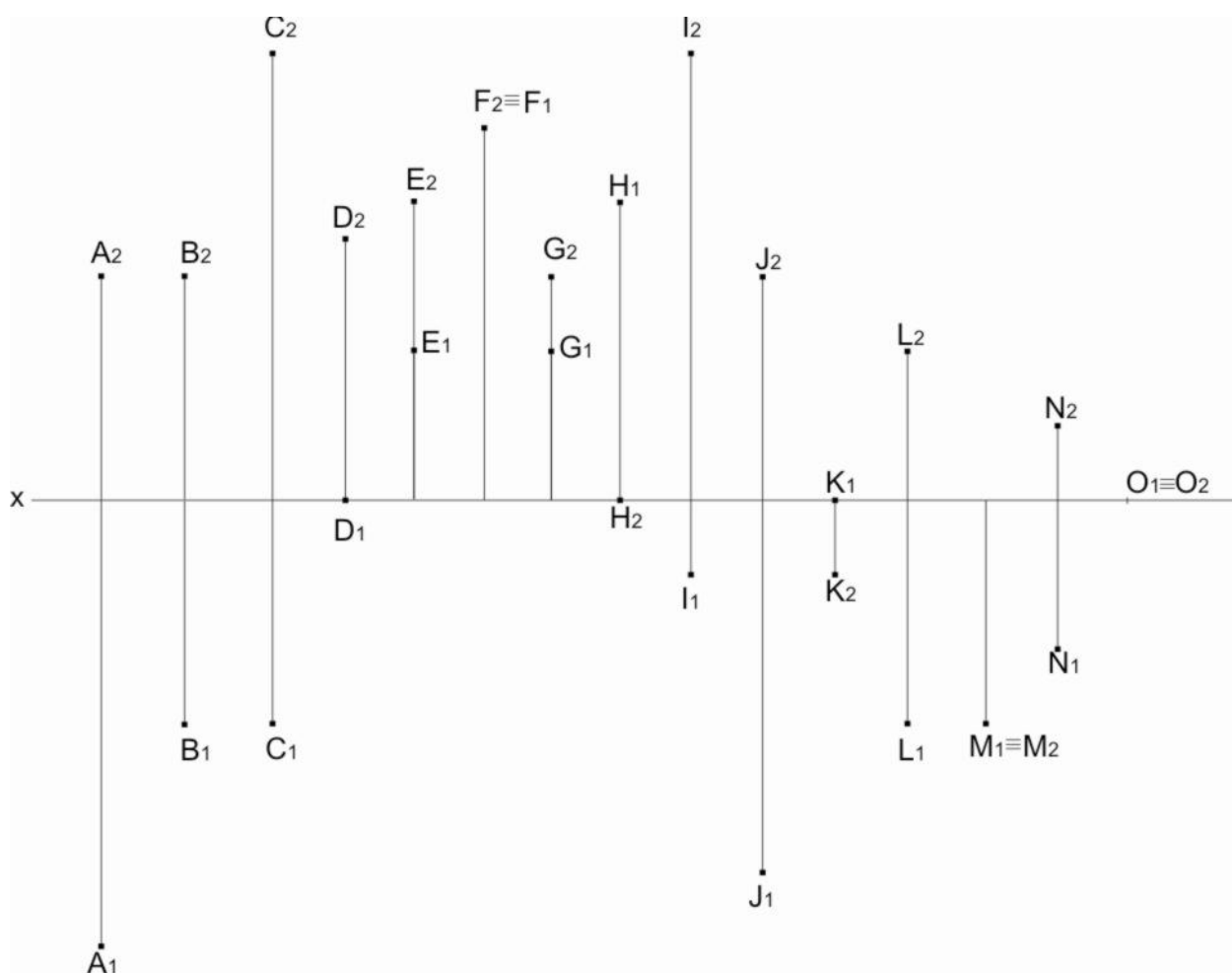


d)  $D(0;0;3)$ ;  $E(3;0;3)$ ;  $G(3;3;3)$ ;  $H(0;3;3)$



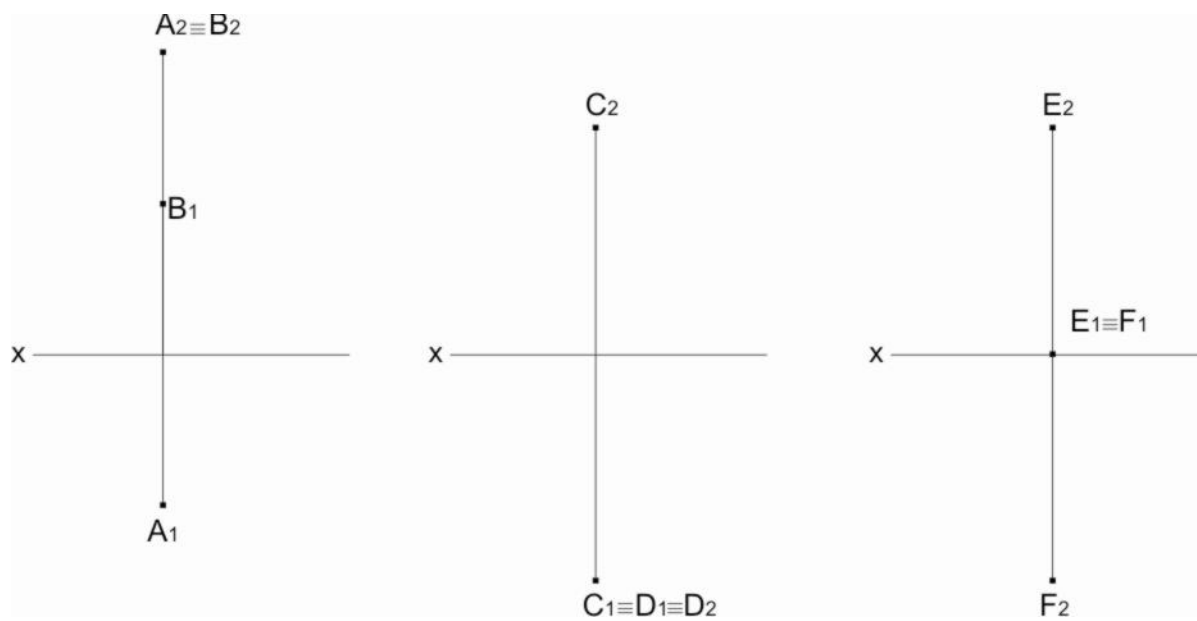
## Exercício 2

**A** – 1º Q; **B** – 1º Q; **C** – 1º Q; **D** – PFP; **E** – 2º Q; **F** – 2º Q ; **G** – 2º Q; **H** – PHP; **I** – 3º Q; **J** – 3º Q; **K** – PFP; **L** – 1º Q; **M** – 4º Q; **N** – 1º Q; **O** – eixo x

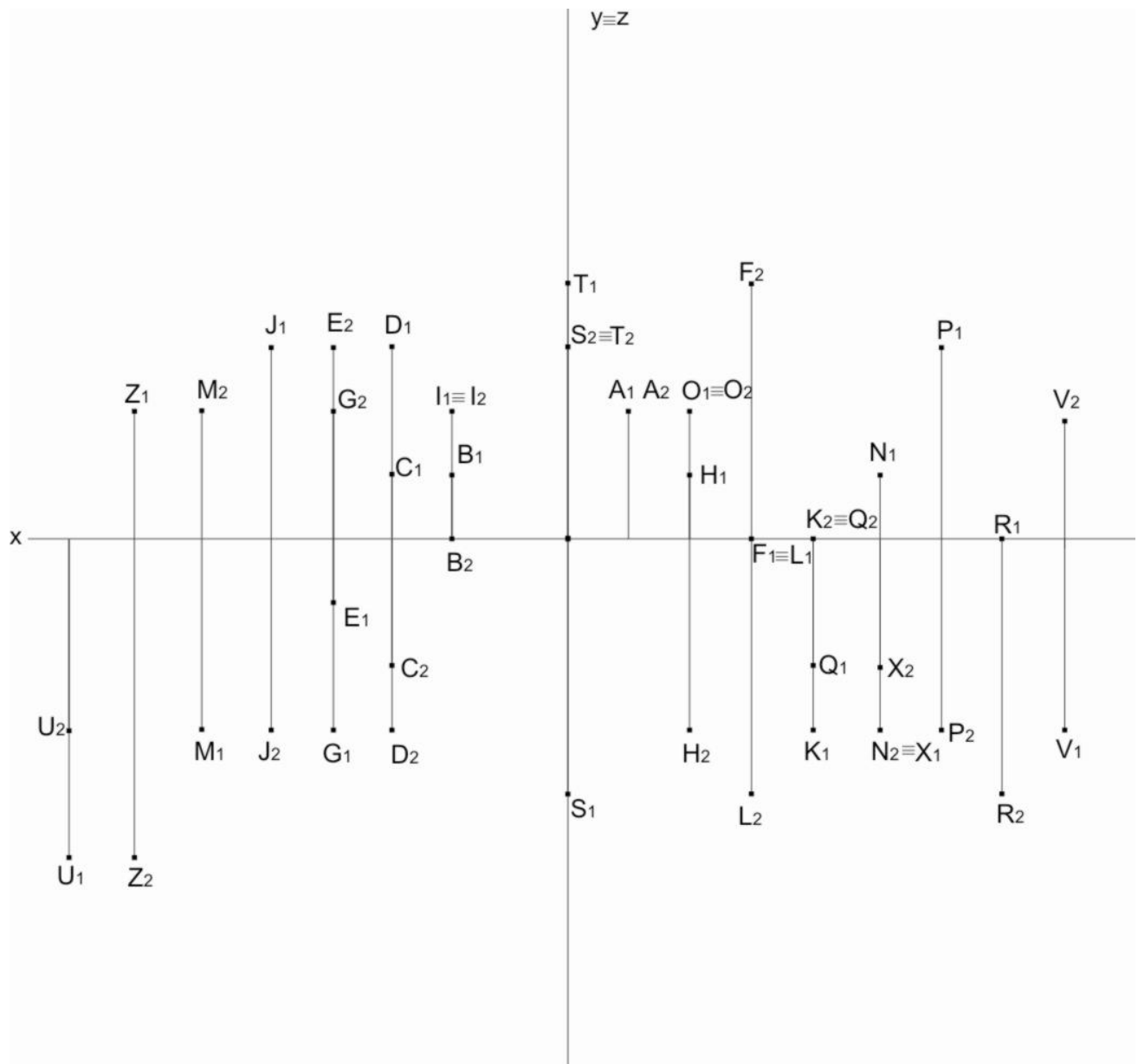


### Exercício 3

$B(-2;4)$ ;  $D(3;-3)$ ;  $F(0;-3)$



## Exercício 4





## 4.2 Método Europeu de Representação

De seguida apresentam-se os enunciados e a respectiva resolução para os exercícios referentes ao Método Europeu de Representação e que tiveram a duração de seis tempos lectivos.

### 4.2.1 Os enunciados

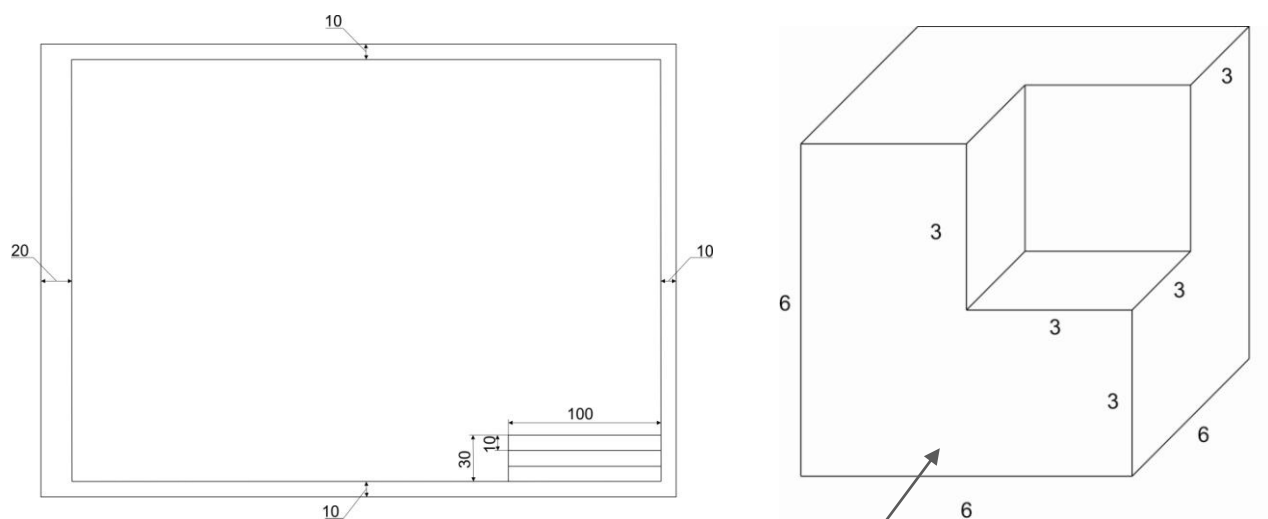
#### Exercício 1

Observa atentamente a peça em perspectiva, na qual estão indicadas as dimensões, sendo a unidade utilizada, o centímetro.

Realiza a esquadria e legenda do desenho como apresentado na figura.

Considera a peça de frente, a partir da indicação dada pela seta e representa com rigor as seis projecções, à escala real, segundo o Método Europeu. Tem em atenção o tipo de traço para cada projecção, assim como a espessura do mesmo.

Por fim, nomeia cada uma das vistas/projecções.



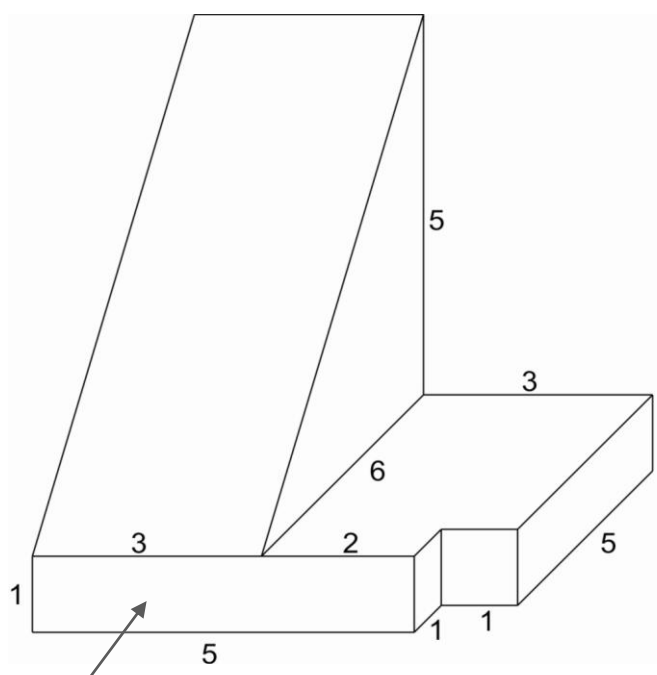
## Exercício 2

Observa atentamente a peça em perspectiva, na qual estão indicadas as dimensões, sendo a unidade utilizada, o centímetro.

Realiza a esquadria e legenda do desenho.

Considera a peça de frente, a partir da indicação dada pela seta e representa com rigor as seis projecções, à escala real, segundo o Método Europeu. Tem em atenção o tipo de traço para cada projecção, assim como a espessura do mesmo.

Por fim, realiza com rigor e segundo as normas gráficas, a cotação da peça, em milímetros.



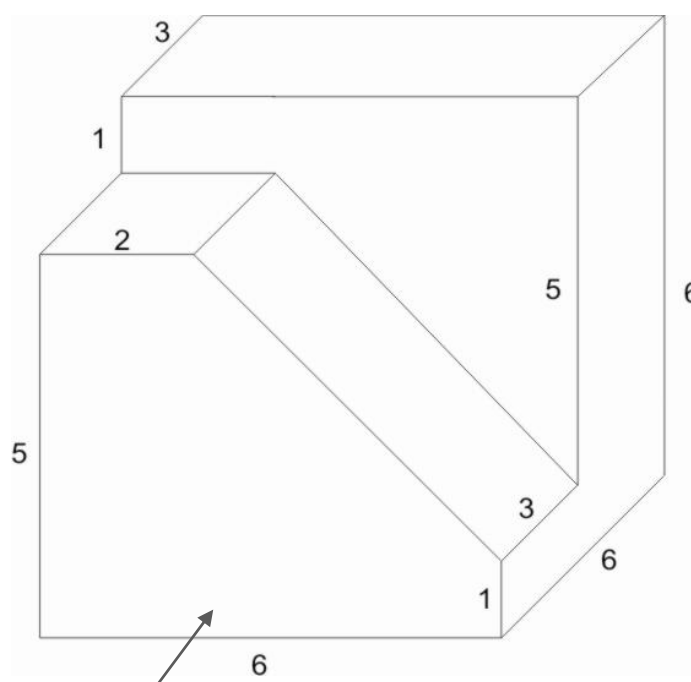
### Exercício 3

Observa atentamente a peça em perspectiva, na qual estão indicadas as dimensões, sendo a unidade utilizada, o centímetro.

Realiza a esquadria e legenda do desenho.

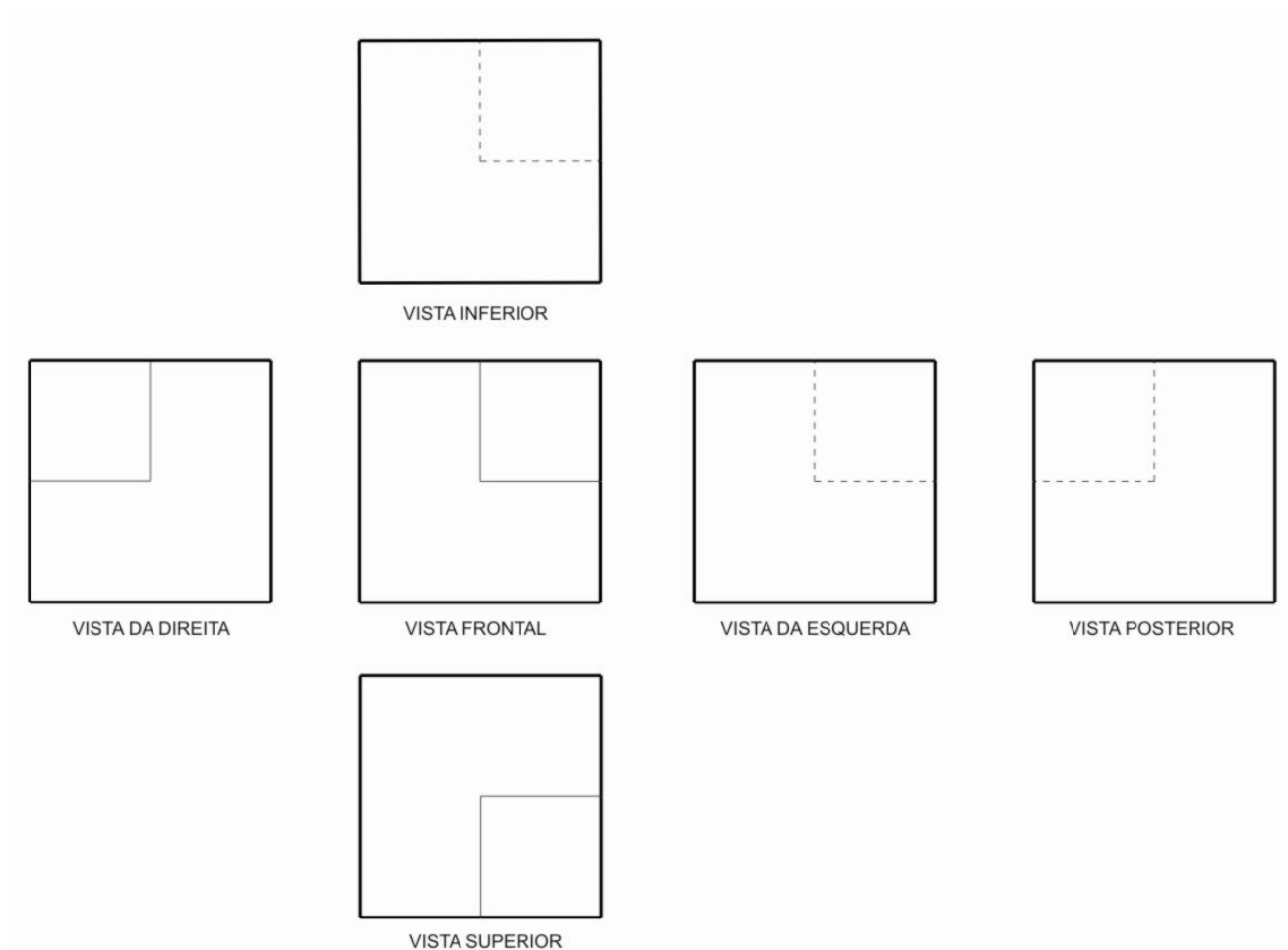
Considera a peça de frente, a partir da indicação dada pela seta e representa com rigor as seis projecções, à escala real, segundo o Método Europeu. Tem em atenção o tipo de traço para cada projecção, assim como a espessura do mesmo.

Por fim, realiza com rigor e segundo as normas gráficas, a cotagem da peça, em milímetros.

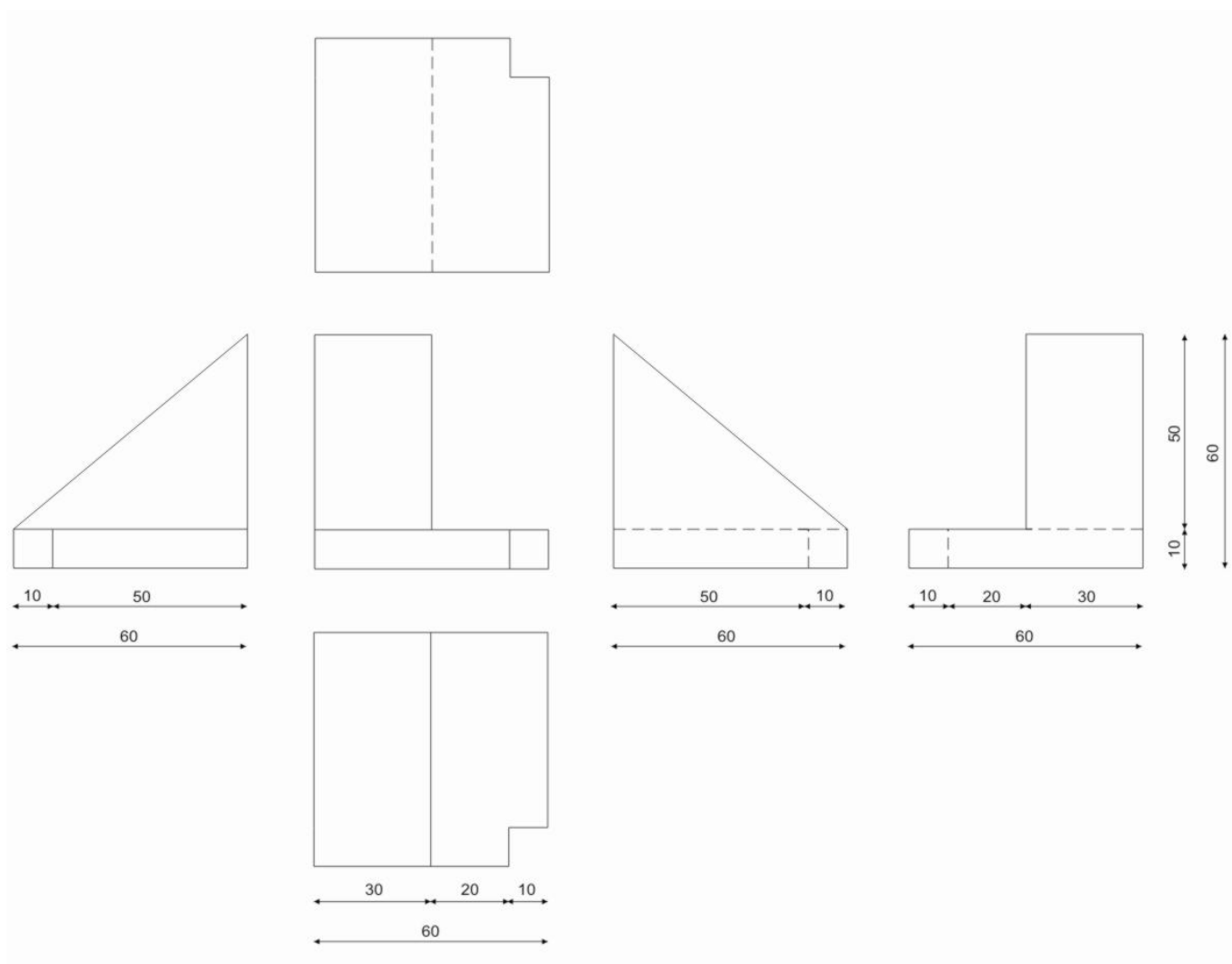


## 4.2.2 Resolução

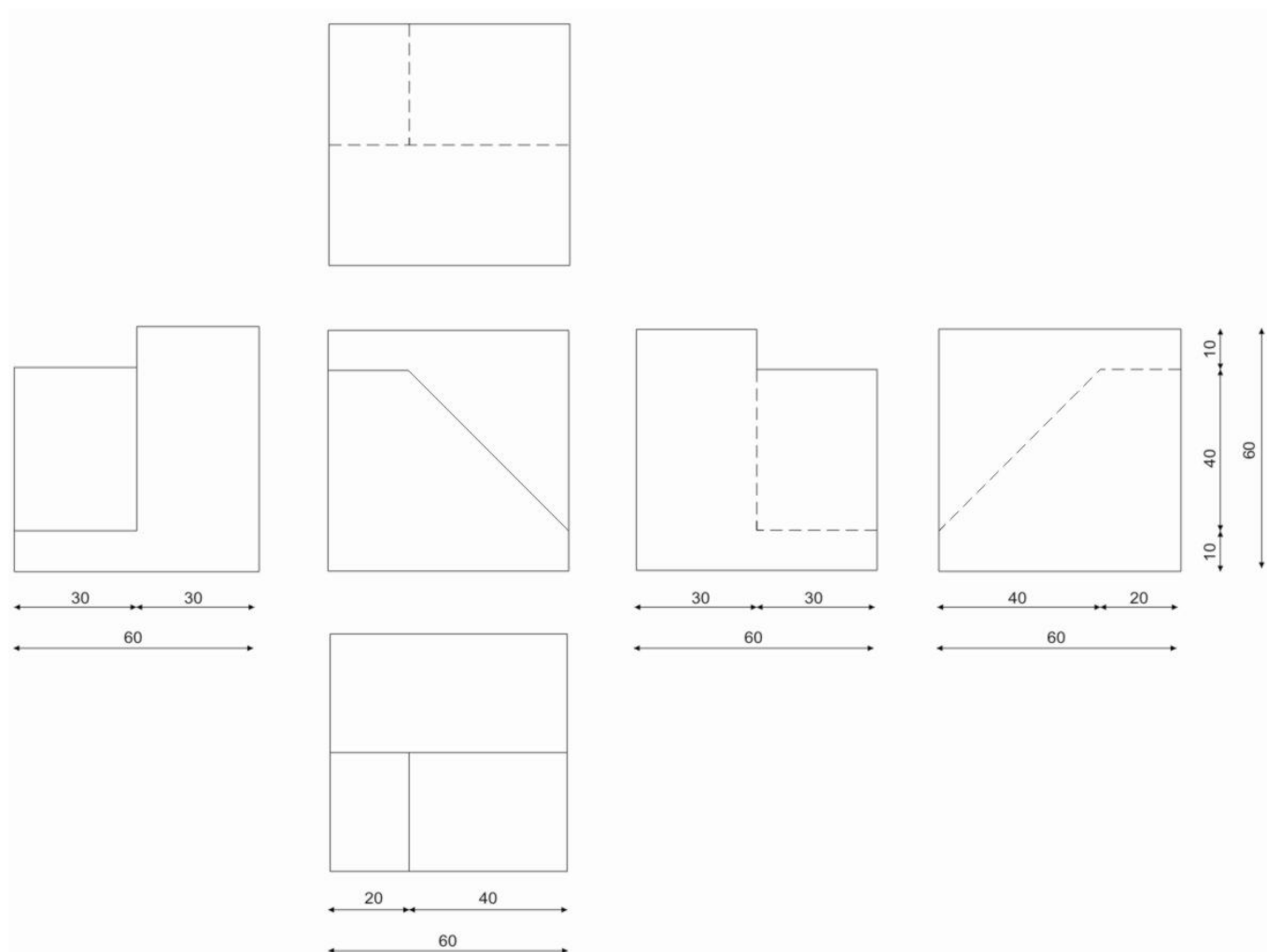
### Exercício 1



## Exercício 2



### Exercício 3



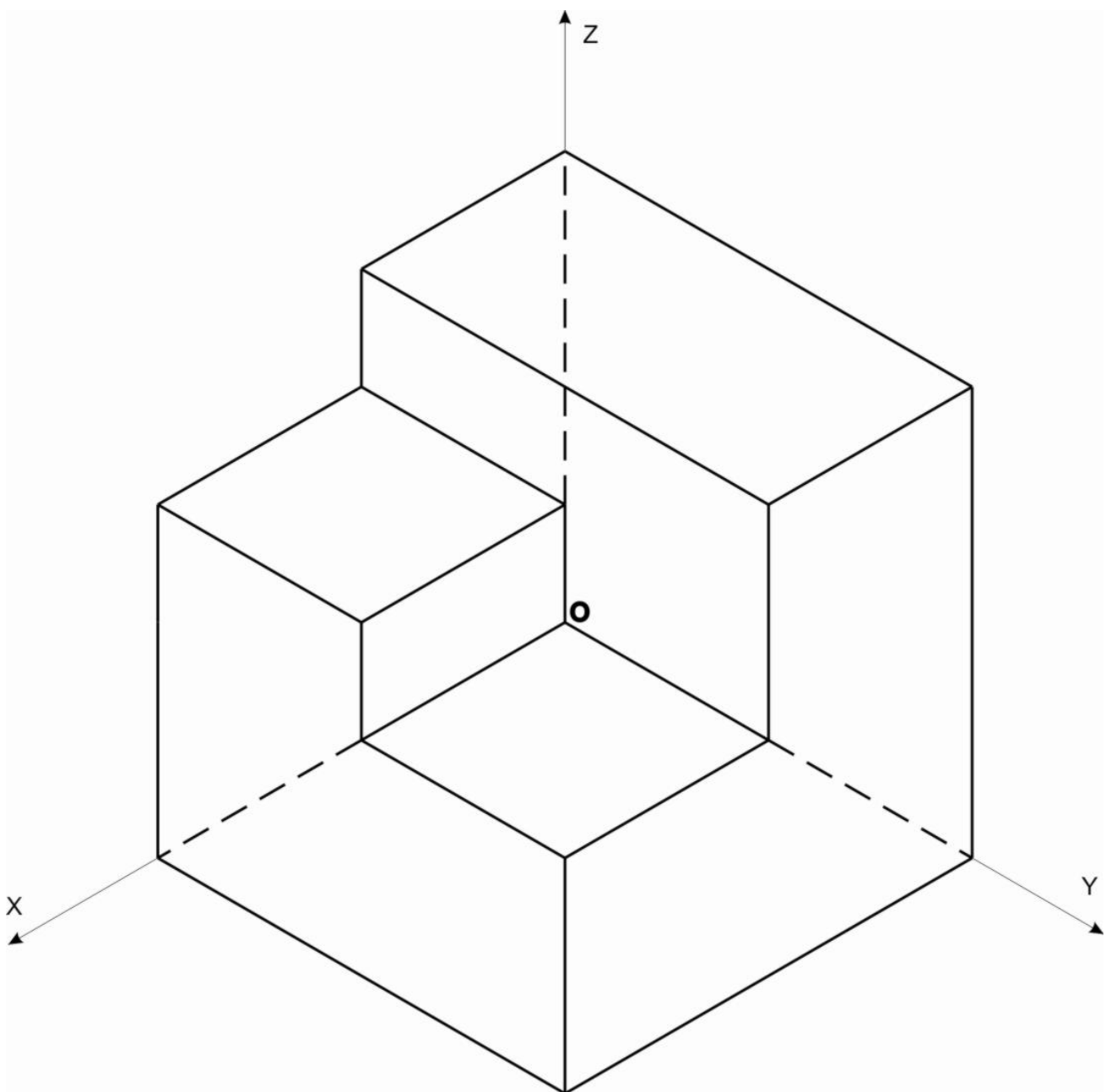
### 4.3 Axonometrias

Por último, apresentam-se os enunciados e a respectiva resolução para os exercícios referentes às Axonometrias e que tiveram a duração de seis tempos lectivos.

#### 4.3.1 Os enunciados

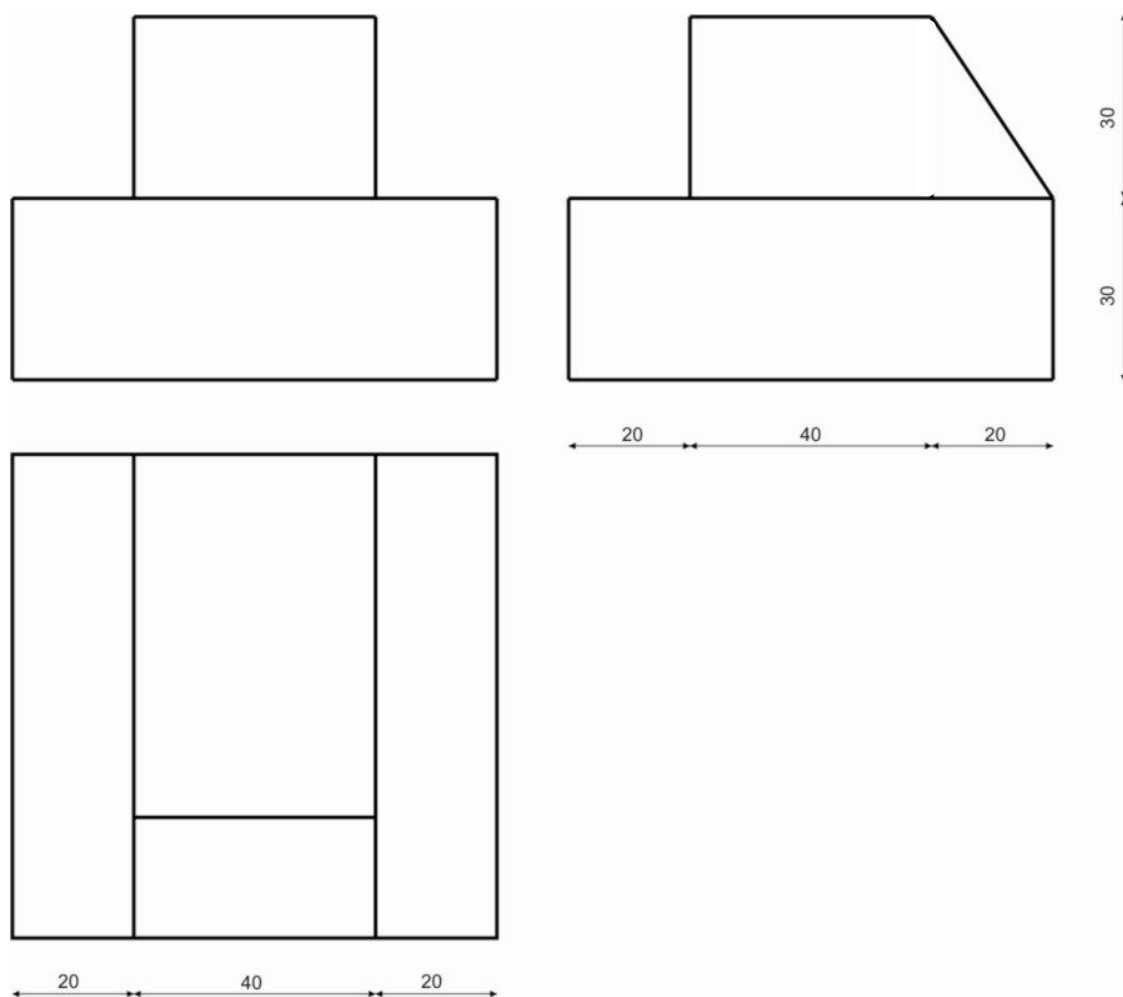
##### Exercício 1

O sólido da figura está representado em axonometria isométrica normalizada, à escala real. Representa-o, à escala 1:1, em axonometria dimétrica normalizada.



## Exercício 2

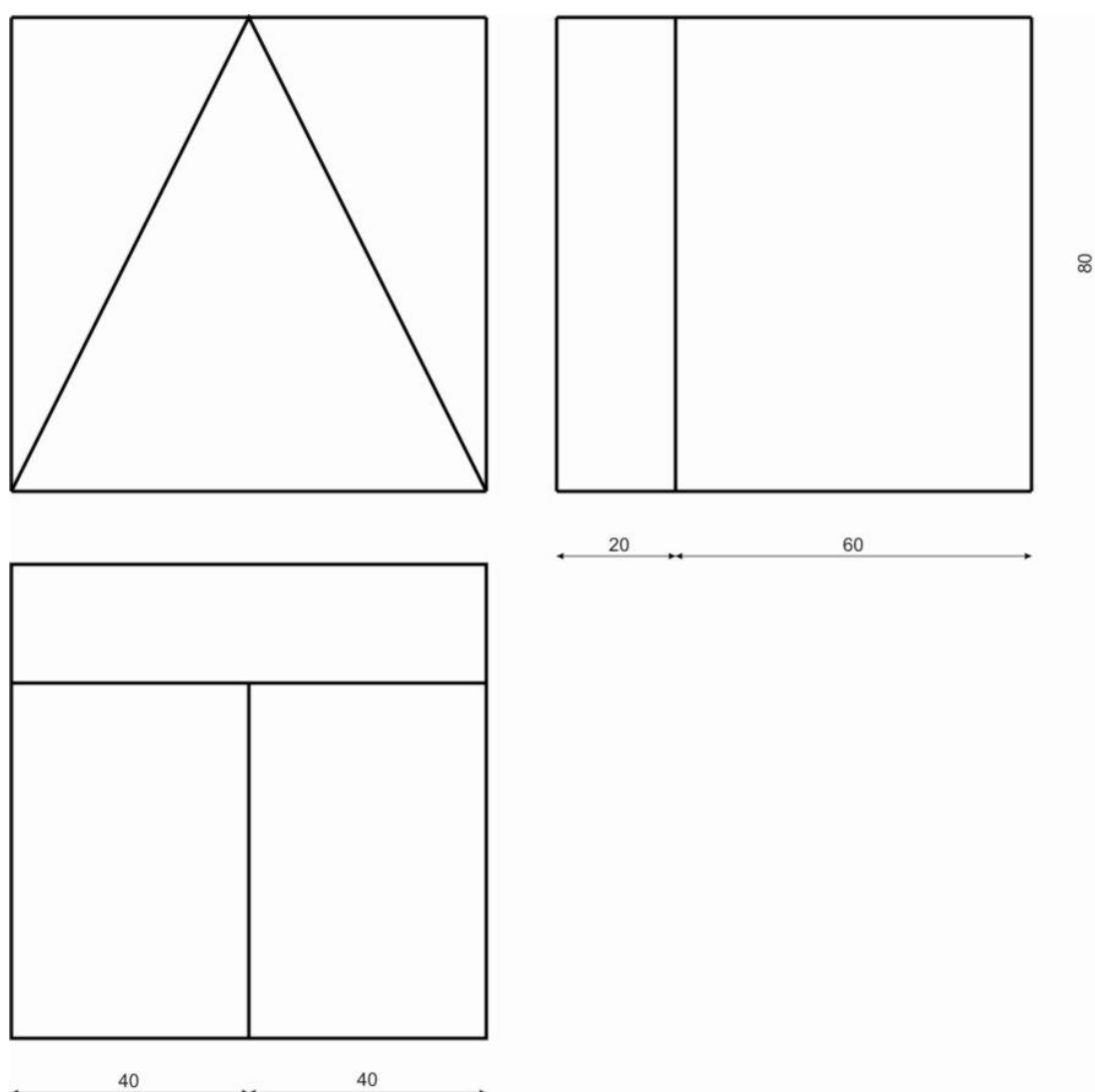
A figura representa três projecções (horizontal, frontal e de perfil), cotadas em milímetros, de uma forma tridimensional. Considera que a peça tem as faces assentes em cada um dos planos coordenados, assim como na origem, e representa-a em axonometria dimétrica normalizada, à escala 1:1. Põe em destaque as arestas visíveis e marca também as arestas invisíveis.





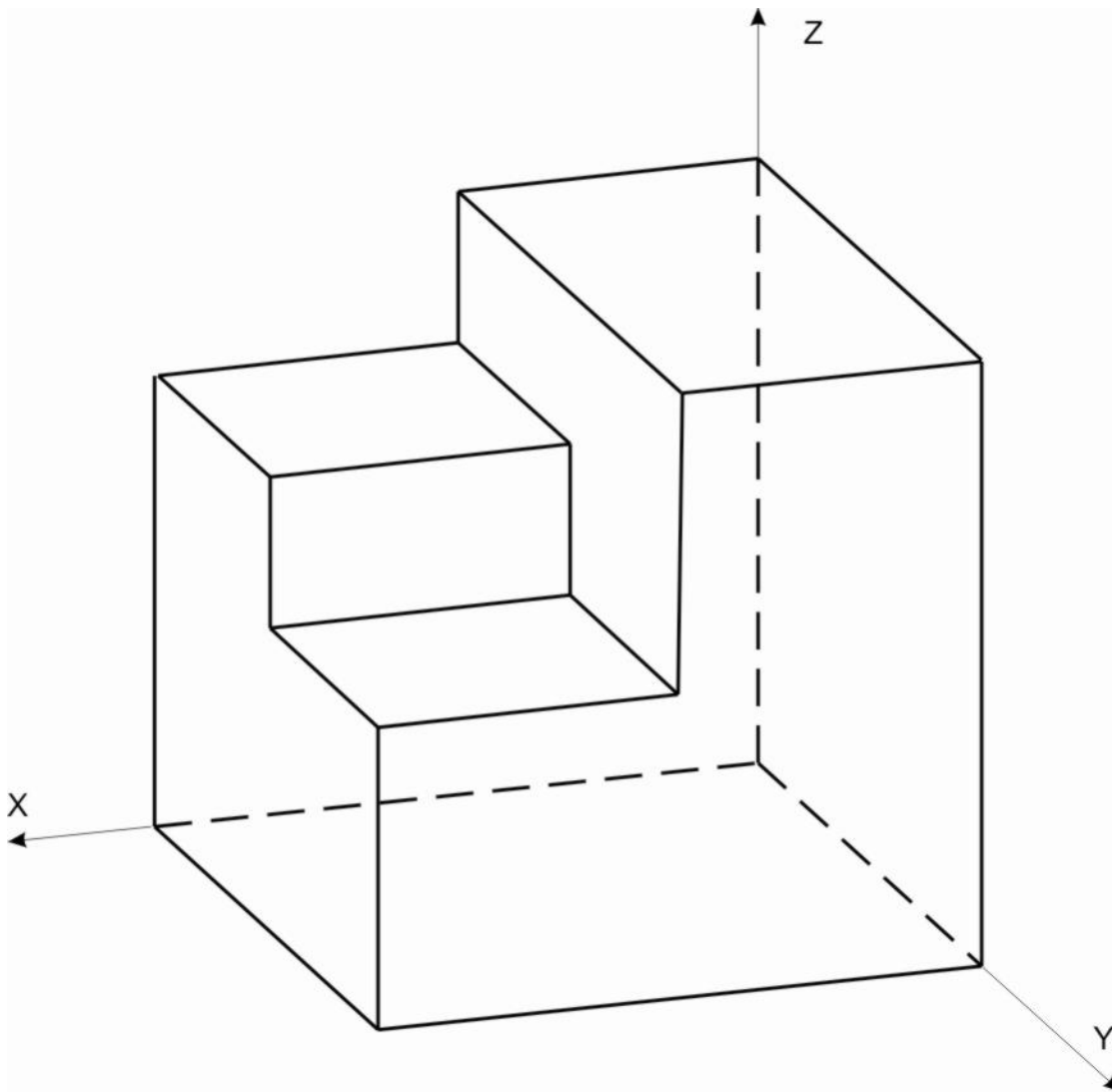
### Exercício 3

A figura representa três projecções (horizontal, frontal e de perfil), cotadas em milímetros, de duas formas tridimensionais. Considera que as peças estão assentes em cada um dos planos coordenados, assim como na origem, e representa-as em axonometria cavaleira normalizada, à escala 1:1. Põe em destaque as arestas visíveis e marca também as arestas invisíveis.



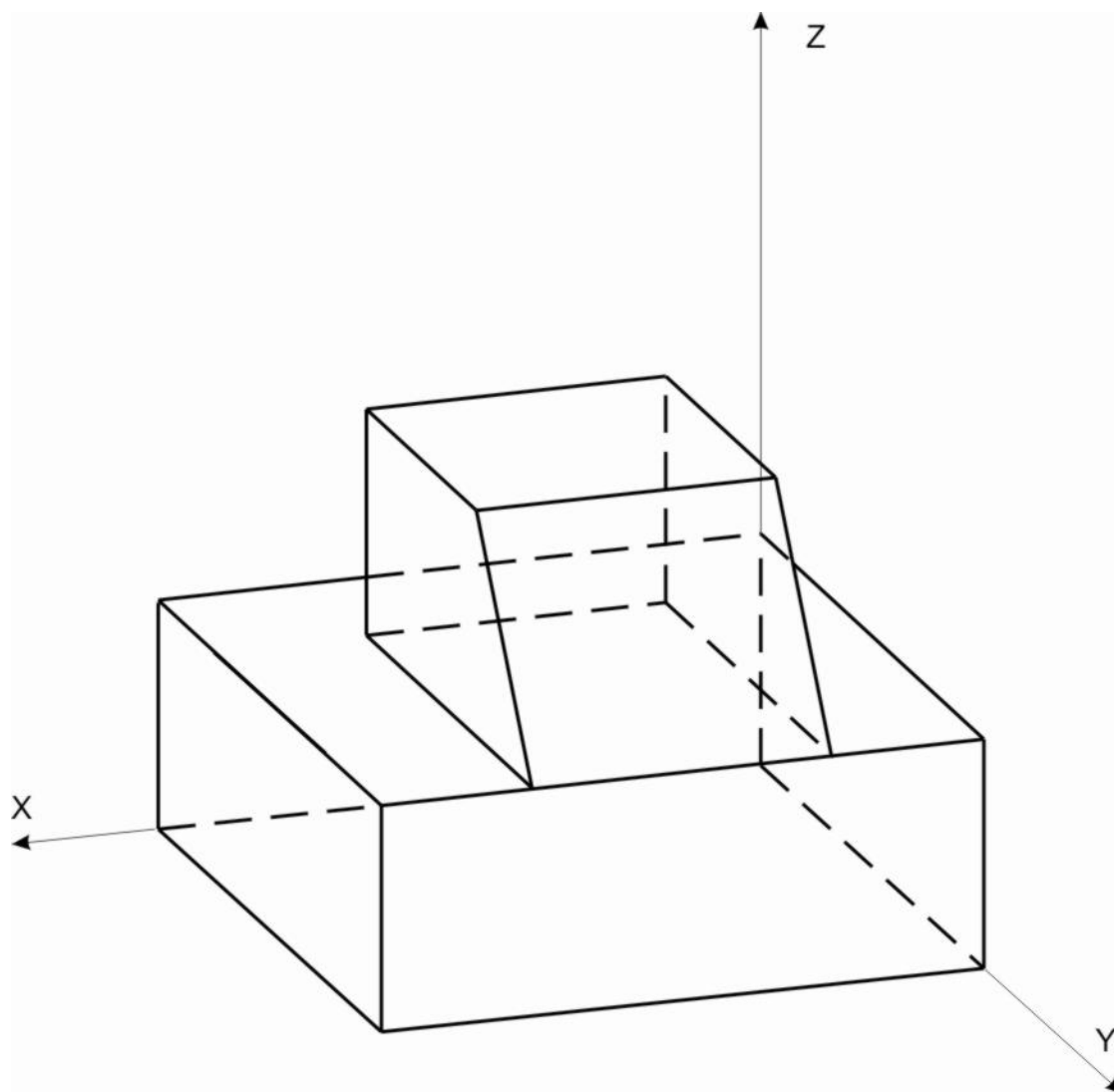
### 4.3.2 Resolução

#### Exercício 1

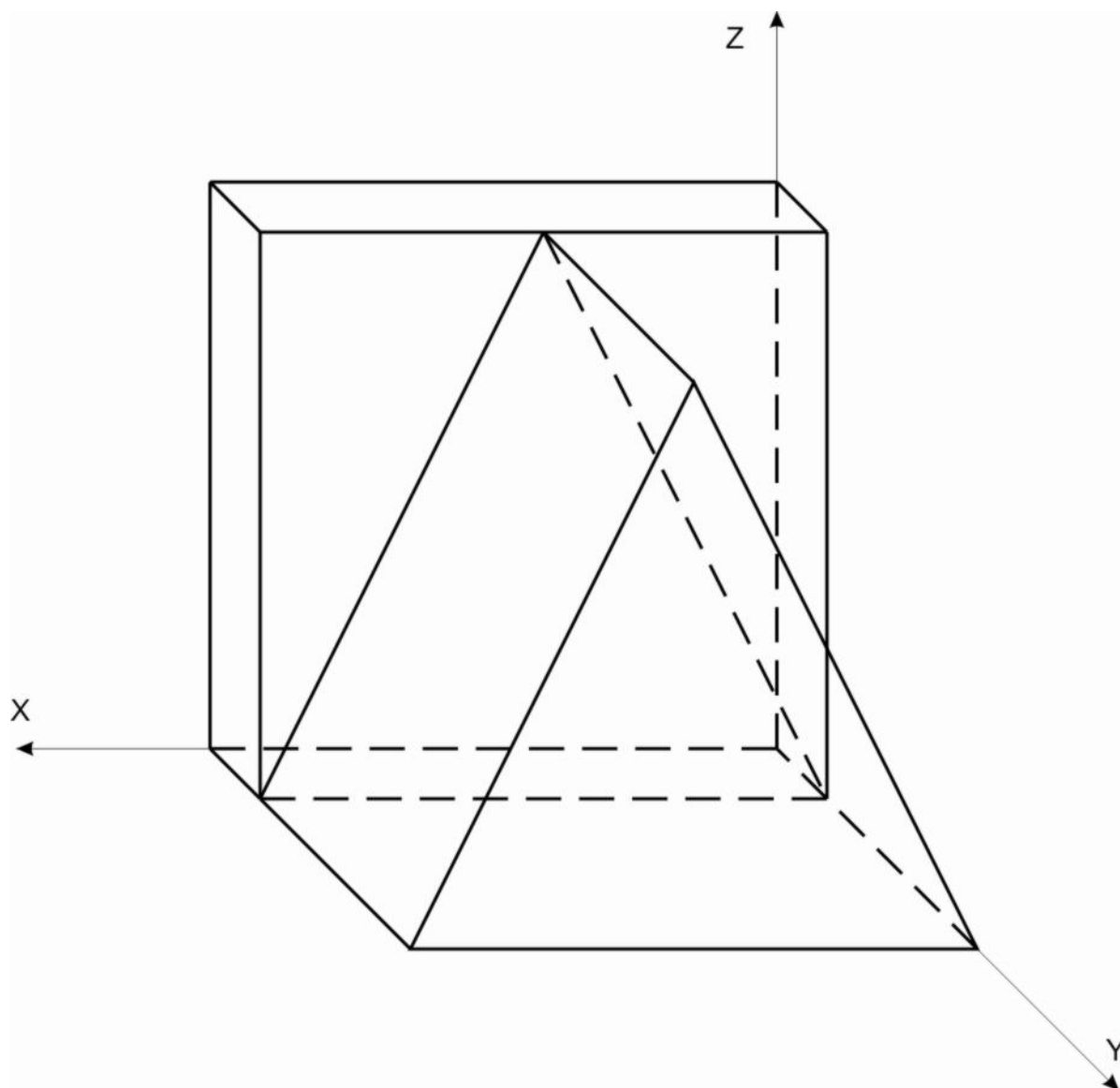


Na axonometria dimétrica normalizada, os valores dos ângulos de fuga mais utilizados são de  $7^{\circ} 10'$  e  $41^{\circ} 30'$  (de forma simplificada,  $7^{\circ}$  e  $42^{\circ}$ ), respectivamente para o eixo axonométrico x e para o eixo axonométrico y. O coeficiente de redução nos eixos axonométricos x e z é desprezado, ou seja, as coordenadas de um ponto referidas a esses eixos e as medidas dos segmentos que neles se apoiem, ou que lhes sejam paralelos representam-se em verdadeira grandeza. No eixo axonométrico y e nas direcções que lhe são paralelas, o coeficiente de redução é 0,5.

## Exercício 2



### Exercício 3



Na axonometria cavaleira normalizada o eixo perpendicular ao plano axonométrico (neste caso o y) faz, em projecção, ângulos de  $135^\circ$  com os outros dois eixos, ou seja, o valor do ângulo de fuga é de  $45^\circ$ . O coeficiente de redução nesse eixo e nas direcções que lhe são paralelas é de 0,5.

## Conclusão

A aprendizagem de conceitos mais abstractos, nomeadamente no âmbito dos sistemas de representação rigorosa, torna-se por vezes dificultada pela utilização de recursos didácticos insuficientes, ou mesmo pela falta deles. Os modelos reais, já há bastantes tempo utilizados, tanto no ensino da geometria descritiva como na matemática, podem, agora, ser complementados com modelos e animações criadas digitalmente, que permitem ao aluno visualizar um espaço geométrico impossível de construir com materiais físicos. Além disso, a introdução do movimento e das animações permite colocar o observador de ângulos que facilitam a percepção das operações geométricas, assim como a visualização de situações dinâmicas e não estáticas.

O presente relatório demonstrou um caso de sucesso de aplicação destes modelos digitais e de novas versões de modelos reais, a uma turma do 9º ano, do Colégio José Álvaro Vidal. Ao longo dos quarenta e dois tempos lectivos da Unidade Didáctica em torno de conceitos geométricos, os alunos contactaram com modelos que se complementaram e foram veículos facilitadores das aprendizagens, o que se verificou nos resultados dos elementos de avaliação – os testes de avaliação sumativa. Além disso, há ainda que referir, a aptidão natural e quase imediata, dos alunos de hoje, para a convivência com todos os instrumentos digitais e interactivos, que estimulam a atenção e a concentração em aula e que se aproximam mais das realidades diárias dos estudantes.

Os exercícios de geometria constituem outro elemento fundamental no processo de aprendizagem, sendo urgente uma revitalização dos mesmos em todos os materiais escritos, de apoio, na disciplina de Educação Visual, do ensino básico. No panorama actual, para além de insuficiências na explicitação dos conceitos, encontramos nos manuais uma quase inexistência de exercícios de aplicação dos conteúdos estudados. Assim, os enunciados apresentados resultaram de uma análise dos conteúdos ensinados até ao 9º ano, bem como dos seus limites, não correndo o risco de introduzir exigências próprias para o ensino secundário. No entanto, perante os facilitismos e insuficiências dos materiais existentes, foram desenvolvidos enunciados que obrigam ao entendimento e utilização de linguagem científica rigorosa e sistematizada, mesmo no ensino básico, e que serve de preparação para o programa do ensino secundário.

Assim, vários elementos intervieram em todo o processo de ensino com o objectivo de fomentar o sucesso dos alunos, tanto a curto como a longo prazo. No entanto, é necessário que tais elementos e recursos continuem a ser alvo de investigação pois

apenas desta forma o ensino da geometria poderá actualizar, sempre que necessário, os seus processos sem descorar a essência de conceitos imutáveis.

## Bibliografia Geral

**Azevedo, M.**, *Teses, relatórios e trabalhos escolares, Sugestões para a estruturação da escrita*, Universidade Católica Editora, Lisboa, 2009.

**Hérbert, M. e tal.**, *Pesquisa em Educação*, Instituto Piaget, Lisboa, 1996.

**Massironi, M.**, *Ver pelo Desenho. Aspectos Técnicos, Cognitivos, Comunicativos*, Edições 70, Lisboa, 1983.

**Ministério da Educação**, *Currículo nacional do ensino básico: competências essenciais*, Ministério da Educação, Departamento de Educação Básica, Lisboa, 2002.

**Ministério da Educação**, *Reorganização curricular do ensino básico. Princípios, medidas e implicações*, Departamento da Educação Básica, Lisboa, 2001.

**Montoya, A.**, *Piaget: imagem mental e construção do conhecimento*, Editora UNESP, São Paulo, 2005.

**Reboul, O.**, *A Filosofia da Educação*, Edições 70, Lisboa, 1997.

## Bibliografia Específica

**Alsina, C.**, *Intuición y deducción en Geometria*, In: *Ensino da Geometria no virar do milénio*, Eduardo Veloso (org.), Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 1999.

**Araújo, P.**, *A geometria na formação dos professores: o caso da Faculdade de Ciências do Porto*, In: *Ensino da Geometria no virar do milénio*, Eduardo Veloso (org.), Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 1999.

**Chazan, D.**, High school geometry students` justification for their views of empirical evidence and mathematical proof, *Educational Studies in Mathematics*, 1993.

**Comar, P.**, *La Perspective en Jeux*. Gallimard, Paris, 1992.

**Costa, J.**, *Geometria Descritiva 10/11 A*, Areal Editores, Lisboa, 2007.

**Del Grande, J.**, *Spacial sense, arithmetic teacher*, 1990.

**Derkis, J.**, *Aplicativo AutoCAD para Ensino de Geometria Descritiva*, In: Anais do Graphica 98, Feira de Santana, 1998.

**Gil, R.**, *Basic Rendering: Effective Drawing for Designers, Artists and Illustrators*, Thames & Hudson, London, 1991.

**Gutiérrez, A.**, *La investigación sobre enseñanza y aprendizaje da la geometria. Geometría para el siglo XXI*, 2006.

**Krutetskii, V.**, *The Psychology of Mathematical Abilities in Schoolchildren*, University of Chicago Press, Edited by Jeremy Kilpatrick and Izaak Wirszup, 1976.

**Loureiro, C.**, *Computadores no ensino da geometria*, In: Ensino da Geometria no virar do milénio, Eduardo Veloso (org.), Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 1999.

**Maromón, J.** *Experiências do ensino da geometria : com novas tecnologias na ETSAB*, In: Boletim da APROGED, nº 21, Porto, 2003.

**Martinez, M. e Santos, E.**, *Software para Ensino de Geometria e Desenho Técnico*, In: Anais do III Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho (GRAPHICA 2000), Ouro Preto, 2000.  
(acedido em Maio de 2011: [http://toledo.pcc.usp.br/pdf/graphica2000\\_software.pdf](http://toledo.pcc.usp.br/pdf/graphica2000_software.pdf))

**Modesto, A.; Alves, C.; Ferrand M.**, *Educação Visual, 7º, 8º e 9º anos*, Porto Editora, Porto, 2009.

**Monge, G.**, *Geometria descriptiva, Lecciones dadas en las Escuelas Normales en tercer año de la República*, Imprensa Real, Madri, 1803.

**Müller, M.**, *Preparação para o exame nacional 2010, Geometria Descritiva A*, Porto Editora, Porto, 2009.



**Murtinho, V.,** *Geometria : transversalidades de sistemas de representação* , In: Boletim da APROGED, nº22, Porto, 2003.

**Pessegueiro, A.,** *O IV Encontro, novas experiências no ensino da Geometria Descritiva e a reforma do ensino secundário*, In: Boletim da APROGED, nº 20, Porto, 2003.

**Presmeg, N.,** *Visualisation and Mathematical Giftedness. Educational Studies in Mathematics*, 1986.

**Senechal, M.,** *Visualization and visual thinking*, In: Joseph Malkevitch (Ed.), *Geometry's Future*, COMAP, Inc. USA, 1991.

**Sousa, R. de,** *Didáctica da Educação Visual*, Universidade Aberta, Lisboa, 1995.

**Rodríguez, A.,** *La investigación sobre enseñanza y aprendizaje de la geometría. Geometría para el siglo XXI*, Síntesis, Madri, 2006.

**Veloso, E.,** *Ensino da Geometria, ideias para um futuro melhor*, In: *Ensino da Geometria no virar do milénio*, Eduardo Veloso (org.), Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 1999.

**Veloso, E.,** *Geometria: temas actuais, materiais para professores*, Lisboa : Inst. de Inovação Educacional, 1997.


**Viana, V.,** *Materiais didácticos para o ensino da Geometria Descritiva no Ensino Secundário*, In: Boletim da APROGED, nº27, Porto, 2007.

**Vitruvio, M.,** *Los diez libros de arquitectura*, Linkgua, Barcelona, 2008.



## **Anexo 1**

### Planificação da Unidade Didáctica

 <p>FUNDAÇÃO CEBI Colégio José Álvaro Vidal</p>	<p align="center"><b>PLANIFICAÇÃO DE UNIDADE DIDÁCTICA</b></p> <p align="center"><b>DISCIPLINA DE EDUCAÇÃO VISUAL</b></p>	<p align="center"><b>ANO LECTIVO</b></p> <p align="center"><b>2010/2011</b></p>
--	---	---

### Unidade Didáctica: O desenho rigoroso e os sistemas de representação

**Pré-requisitos:** apresentar competências ao nível do desenho rigoroso de elementos geométricos elementares e do conhecimento de conceitos geométricos fundamentais; apresentar domínio dos instrumentos de desenho rigoroso.

**Recursos:** computador, videoprojector, software de animação em 3D, manual da disciplina, quadro da sala e materiais para construção de modelos reais


Competências específicas	Conteúdos	Objectivos	Metodologia	Exercícios	Avaliação	Tempos
Entender o conceito de projecção e os elementos espaciais intervenientes;	<b>1 Desenho Rigoroso e sistemas de representação - projecção cilíndrica:</b>	Reconhecer cada elemento constituinte de uma projecção e saber a nomenclatura e função dos mesmos.	Utilização de animações digitais e exemplos reais que permitam estabelecer uma relação com a projecção em geometria.		Contínua: observação directa.	1 tempo
Compreender o que é um ponto no espaço geométrico;		Identificar, perante modelos e desenhos, o tipo de sistema de representação.				
Compreender as diferenças entre a projecção cónica e a cilíndrica;						
Compreender o conceito de ortogonalidade;						
Entender e reconhecer os dois planos de projecção e a relação entre eles.	<b>1.1 Sistema de dupla projecção ortogonal.</b>	Conceber, visualizando mentalmente o espaço da Dupla Projecção Ortogonal, diferentes posições de pontos;	Exposição teórica dos conceitos;	Construção de modelos tridimensionais;	Contínua: observação directa.	3 tempos
		Saber identificar a posição de um ponto no espaço através das coordenadas do mesmo;	Construção de modelos tridimensionais;			1 tempo
			Apresentação de animações digitais realizadas em software de 3D.			1 tempo
Compreender a relação existente entre a projecção no espaço e a representação no plano;			Realização de exercícios práticos e orais;	Realização de exercícios de representação rigorosa de pontos.	Exercícios de aplicação;	5 tempos

Compreender a projecção do ponto e a sua representação;	<b>1.2 Método europeu ou do cubo envolvente.</b>	Saber representar pelo desenho rigoroso e com os instrumentos de desenho, na folha de papel, pontos, a partir das suas coordenadas.	Realização de teste de avaliação e respectiva correcção.		Teste de avaliação.	3 tempos
Compreender a relação entre a projecção ortogonal e os seis planos de projecção do Método Europeu;		Saber representar as projecções rigorosas de um objecto recorrendo aos instrumentos de desenho ;	Exposição teórica dos conceitos;	Realização de exercícios de construção de modelos facilitadores da visualização com recurso a materiais diversos;	Contínua: observação directa.	1 tempo
Entender os processos de projecção e rebatimento dos planos projectantes neste sistema;		Identificar e nomear cada projecção segundo as convenções;	Apresentação de animações digitais em 3D;	Realização de exercícios de representação das projecções de peças simples e complexas dadas em perspectiva e representação da respectiva cotagem.		3 tempos
Aprender normas gráficas de representação;		Saber representar segundo uma determinada escala;	Realização de exercícios práticos e orais;		Exercícios de aplicação;	1 tempo
Compreender e relacionar a aplicabilidade profissional deste sistema.		Desenhar segundo as normas de representação para as projecções (contorno, visibilidades e invisibilidades) e respectiva cotagem.	Realização de teste de avaliação e correcção.			6 tempos
Compreender as projecções de origem do sistema de representação axonométrico;	<b>1.3 Axonometrias -sistema perspéctico.</b>	Saber representar um objecto segundo uma perspectiva axonométrica (isométrica, dimétrica, trimétrica, cavaleira e militar), de forma rigorosa com recurso aos instrumentos de desenho, no suporte de papel;	Exposição teórica dos conceitos; Apresentação de animações digitais em 3D;	Realização de exercícios de representação de diferentes perspectivas a partir das suas projecções.	Teste de avaliação.	3 tempos
Compreender os três eixos coordenados, a posição do plano projectante e a relação com as rectas projectantes;						2 tempos

Distinguir os sistemas de projecção oblíqua dos ortogonais e a origem das diferenças entre os mesmos (amplitudes e coeficientes de redução).		Saber construir uma peça em perspectiva dadas as suas projecções.	Construção de modelos reais;		Exercícios de aplicação;	3 tempos
			Realização de exercícios práticos;			6 tempos
			Realização de teste de avaliação e correcção.			3 tempos

## **Anexo 2**

### Planificação Curricular de Longo Prazo

 <p>FUNDAÇÃO CEBI Colégio José Álvaro Vidal</p>	<p><b>PLANIFICAÇÃO CURRICULAR DE LONGO PRAZO</b></p> <p><b>EDUCAÇÃO VISUAL - 9º ano</b></p>	<p><b>ANO LECTIVO</b></p> <p><b>2010/2011</b></p>
--	---	---

Competências Gerais	Conteúdos	Avaliação	Tempos
<p>Entender o desenho como um meio para a representação rigorosa de formas.</p> <p>Entender visualmente a perspectiva cónica recorrendo à representação, através do desenho de observação.</p> <p>Criar composições a partir de observações directas e de realidades imaginadas utilizando os elementos e os meios da expressão visual</p> <p>Conceber projectos e organizar com funcionalidade e equilíbrio os espaços bidimensionais e tridimensionais.</p>	<p>Desenho Rigoroso e sistemas de representação - projecção cilíndrica.</p> <p>Desenho Rigoroso e sistemas de representação - projecção cónica.</p> <p>Expressão plástica - Materiais e técnicas.</p> <p>Linguagens visuais e projecto (design, ilustração, arquitectura, fotografia, cinema).</p>	<p>Continua, processual e sistemática.</p>	<p>42 tempos</p> <p>21 tempos</p> <p>21 tempos</p> <p>21 tempos</p>



## **Anexo 3**

### Planificação Curricular de Médio Prazo

## PLANIFICAÇÃO CURRICULAR DE MÉDIO PRAZO

EDUCAÇÃO VISUAL - 9º ano

ANO LECTIVO  
2010/2011

Competências Gerais	Conteúdos	Noções Básicas	Estratégias/ Actividades	Estratégias/ Recursos	Avaliação	Temp.
Entender o desenho como um meio para a representação rigorosa de formas.	Desenho Rigoroso e sistemas de representação: projecção cilíndrica.	<b>Compreender os sistemas de medida:</b>	Exercícios de dupla projecção ortogonal.	Computador	Contínua, processual e sistemática	14
		Compreender e representar segundo o sistema de dupla projecção ortogonal.	Exercícios de representação a partir do método europeu.	Vídeo projector		14
		Compreender e representar segundo o método europeu ou do cubo envolvente.	Exercícios de axonometrias.	Manual da disciplina		14
		<b>Compreender os sistemas perspécticos:</b>		Internet		
		Compreender e representar segundo as perspectivas axonométricas.		Quadro da sala		
				Instrumentos de desenho		
				Modelos reais		14
				Modelos digitais		

Competências Gerais	Conteúdos	Noções Básicas	Estratégias/ Actividades	Estratégias/ Recursos	Avaliação	Temp.
Entender visualmente a perspectiva cónica recorrendo à representação, através do desenho de observação.	Desenho Rigoroso e sistemas de representação - projecção cónica.	Compreender e representar segundo a perspectiva cónica com um ponto de fuga.  Compreender e representar segundo a perspectiva cónica com dois pontos de fuga.	Elaboração de desenhos de observação com um e dois pontos de fuga.	Computador  Vídeo projector  Manual da disciplina  Internet  Quadro da sala	Contínua, processual e sistemática	18
Criar composições a partir de observações directas e de realidades imaginadas utilizando os elementos e os meios da expressão visual	Expressão plástica - Materiais e técnicas.	Dominar um conjunto de materiais que permitam representar, comunicar e exprimir emoções.	Elaboração de composições visuais livres e de composições visuais respeitantes a uma temática específica, aplicando diferentes materiais e técnicas.	Instrumentos de desenho  Modelos reais  Modelos digitais		24

Competências Gerais	Conteúdos	Noções Básicas	Estratégias/ Actividades	Estratégias/ Recursos	Avaliação	Temp.
<p>Ler e interpretar narrativas nas diferentes linguagens visuais</p> <p>Descrever acontecimentos aplicando metodologias do desenho de ilustração, da banda desenhada ou do guionismo visual.</p> <p>Conceber projectos e organizar com funcionalidade e equilíbrio os espaços bidimensionais e tridimensionais.</p>	Linguagens visuais e projecto (design, ilustração, arquitectura, fotografia, cinema).	Desenvolver um projecto utilizando uma linguagem visual específica.	<p>Elaboração de um projecto dentro de uma área visual:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- objecto utilitário</li> <li>- cartaz</li> <li>- logotipo</li> <li>- ilustração</li> <li>- banda desenhada</li> </ul>	<p>Computador</p> <p>Vídeo projector</p> <p>Manual da disciplina</p> <p>Internet</p> <p>Quadro da sala</p>	Contínua, processual e sistemática	21

## **Anexo 4**

Fichas de estudo

## FICHA DE ESTUDO 1

### DISCIPLINA: EDUCAÇÃO VISUAL

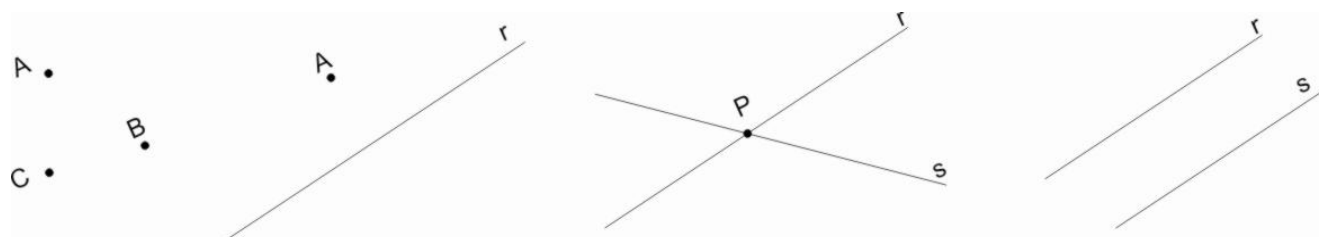
Nome do aluno: .....

Ano: ..... Turma: ..... Nº.....

#### O PONTO, A RECTA E O PLANO

Geralmente, consideramos haver três elementos básicos geométricos: **o ponto, a recta e o plano**. No entanto, o único que é indivisível é o PONTO.

- O PONTO GEOMÉTRICO é uma entidade sem corpo; é uma posição única no espaço, sendo definido por coordenadas (X;Y;Z). Representa-se com letra maiúscula.
- A RECTA é um elemento geométrico composto por pontos e que nunca muda de direcção. Representa-se com uma letra minúscula.
- O PLANO é um objecto geométrico infinito, com duas dimensões, identifica-se com uma letra do alfabeto grego e pode ser definido por:



Três pontos não colineares  
paralelas

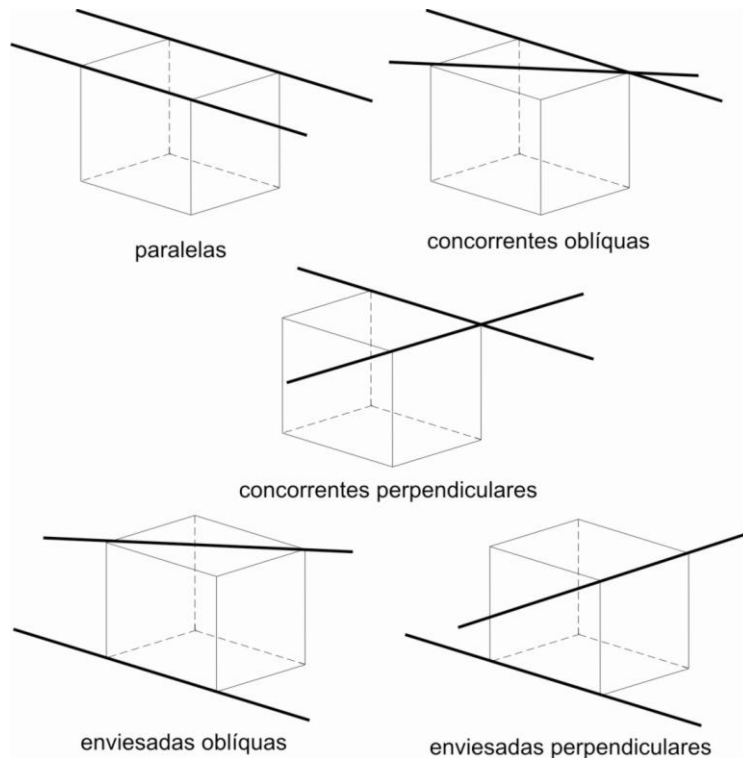
Uma recta e um ponto exterior a essa recta

Duas rectas concorrentes

Duas rectas

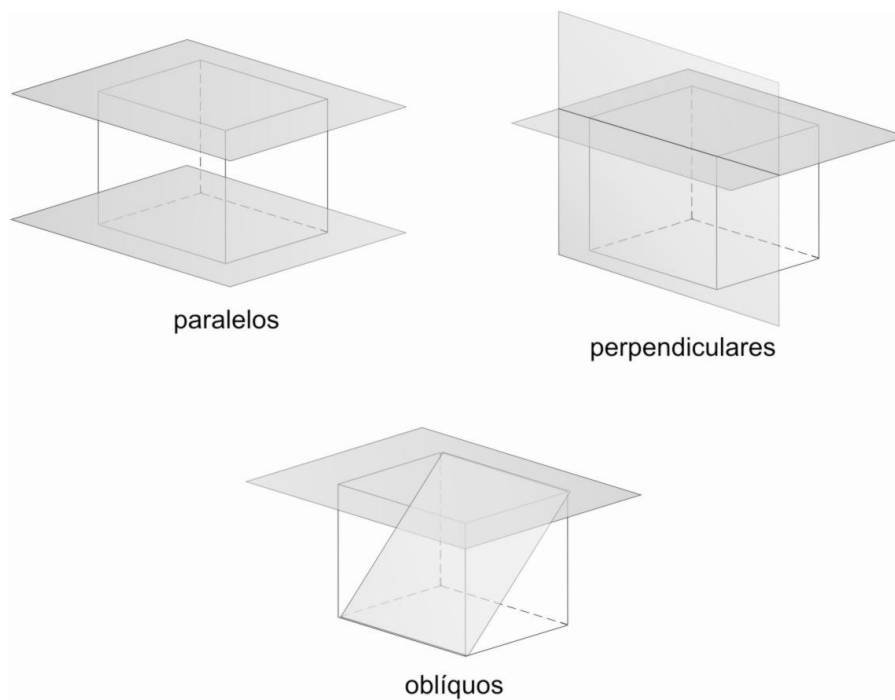
#### POSIÇÕES RELATIVA DE DUAS RECTAS:

- > **Paralelas** – quando a distância entre elas é constante.
- > **Concorrentes ou incidentes** – quando se intersectam num único ponto; conforme o ângulo formado entre elas podem ser:
  - > **Perpendiculares**: quando formam ângulos de  $90^\circ$ ;
  - > **Oblíquas** – nos restantes casos.
- > **Enviesadas** – Quando se cruzam, sem se encontrar e podem ser:
  - > **Ortogonais** – quando formam ângulos aparentes de  $90^\circ$ ;
  - > **Oblíquas** – se essa condição não se verificar.



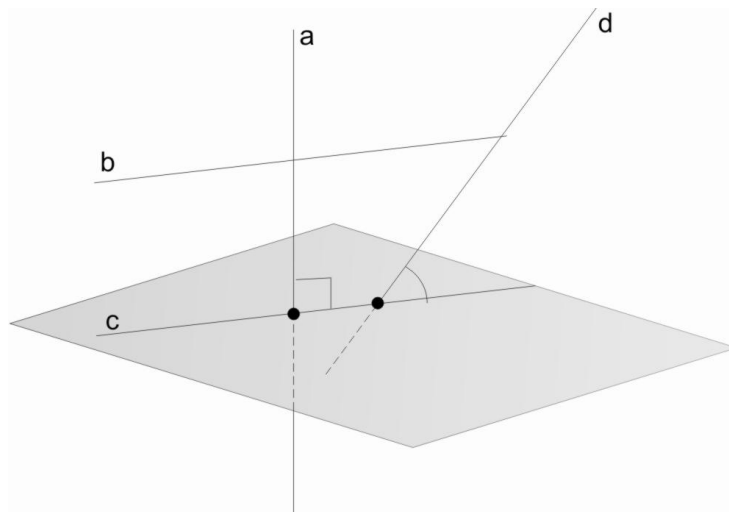
## POSIÇÕES RELATIVA DE DOIS PLANOS

- > **Paralelos** – quando a distância entre ambos é constante.
- > **Concorrentes** – quando incidem numa recta; conforme o diedro formado, podem ser perpendiculares ou oblíquos.



## POSIÇÕES RELATIVAS DE RECTAS E PLANOS

- > **Paralelos** – quando a distância entre ambos é constante (plano com a recta *b*).
- > **Concorrentes** – quando têm um ponto em comum, podendo ser:
  - > **Ortogonais** – quando a recta é perpendicular ao plano (plano com a recta *a*);
  - > **Oblíquos** – quando não se verifica esta situação (plano com a recta *d*).





## FICHA DE ESTUDO 2

### DISCIPLINA: EDUCAÇÃO VISUAL

Nome do aluno: ..... Ano: ..... Turma: ..... Nº.....

### OS SÓLIDOS GEOMÉTRICOS

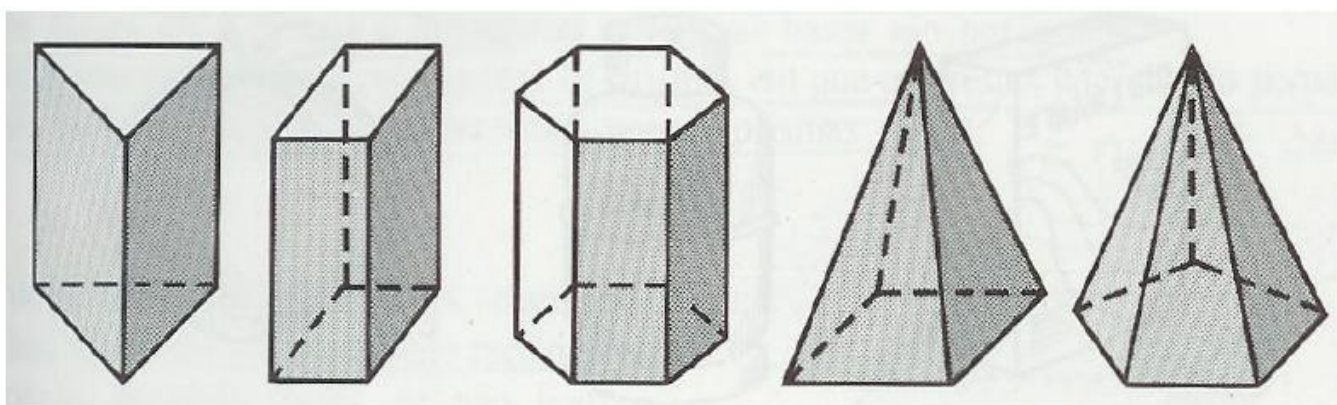
Os sólidos classificam-se em **poliedros** e **não poliedros**.

> Os sólidos **limitados unicamente por superfícies planas** chamam-se **poliedros**.

> Os sólidos **limitados por porções de superfícies curvas** (em parte ou na totalidade). dizem-se **não poliedros**.

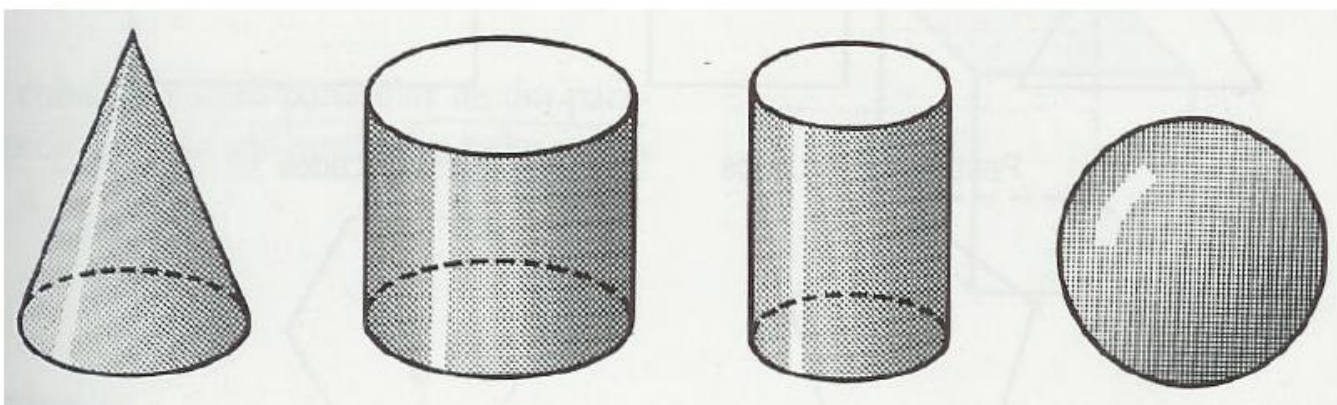
**São poliedros:**

Os **prismas** e as **pirâmides**.

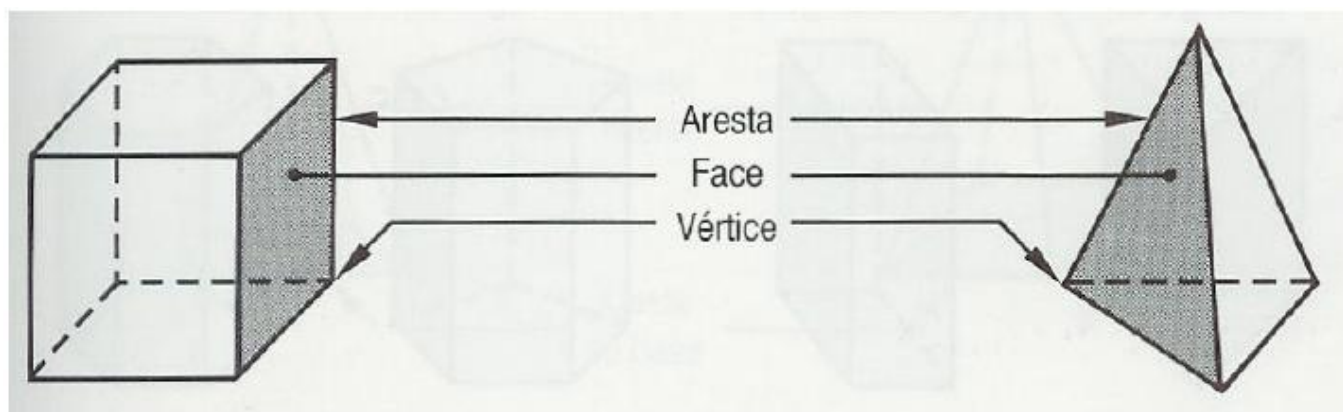


**São não poliedros:**

Os **cones**, os **cilindros** e as **esferas**.



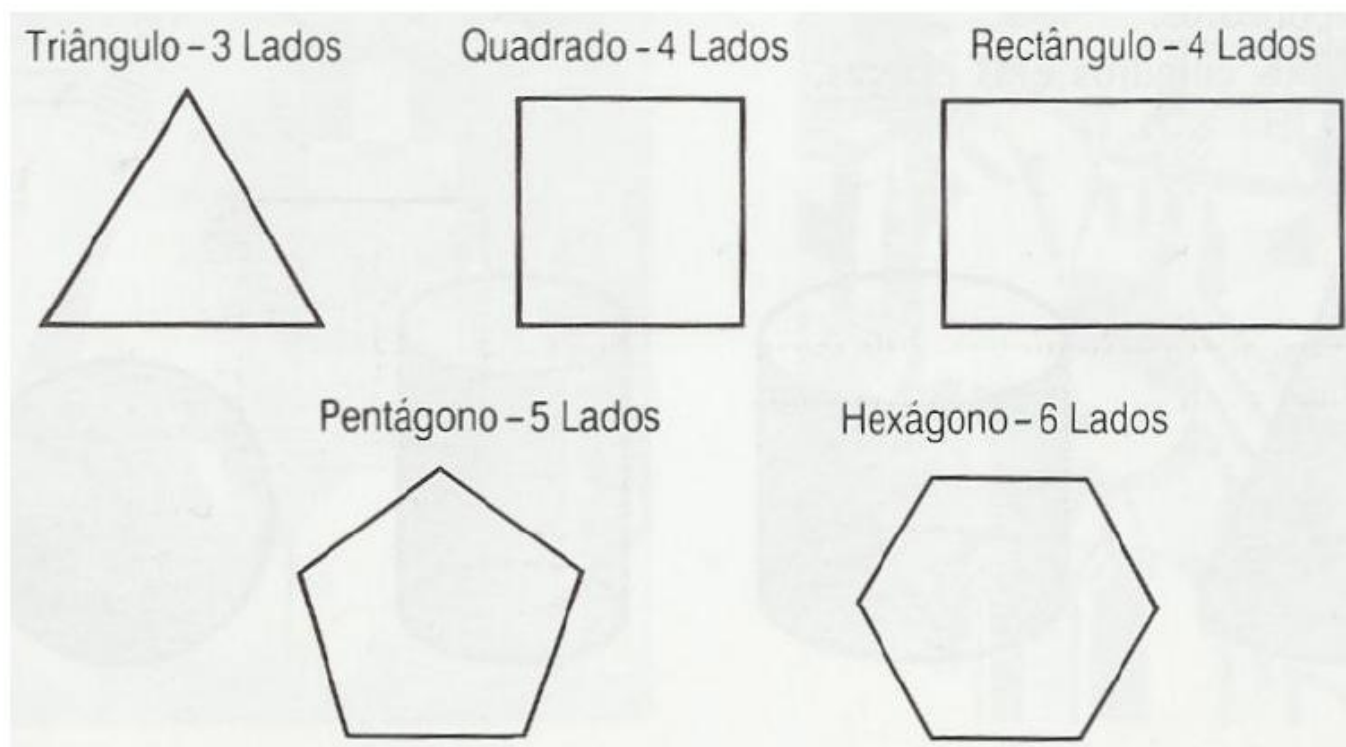
Os **elementos de um poliedro** são as **faces**, as **arestas** e os **vértices**.



Por exemplo, o **cubo tem 6 faces, 12 arestas e 8 vértices**.

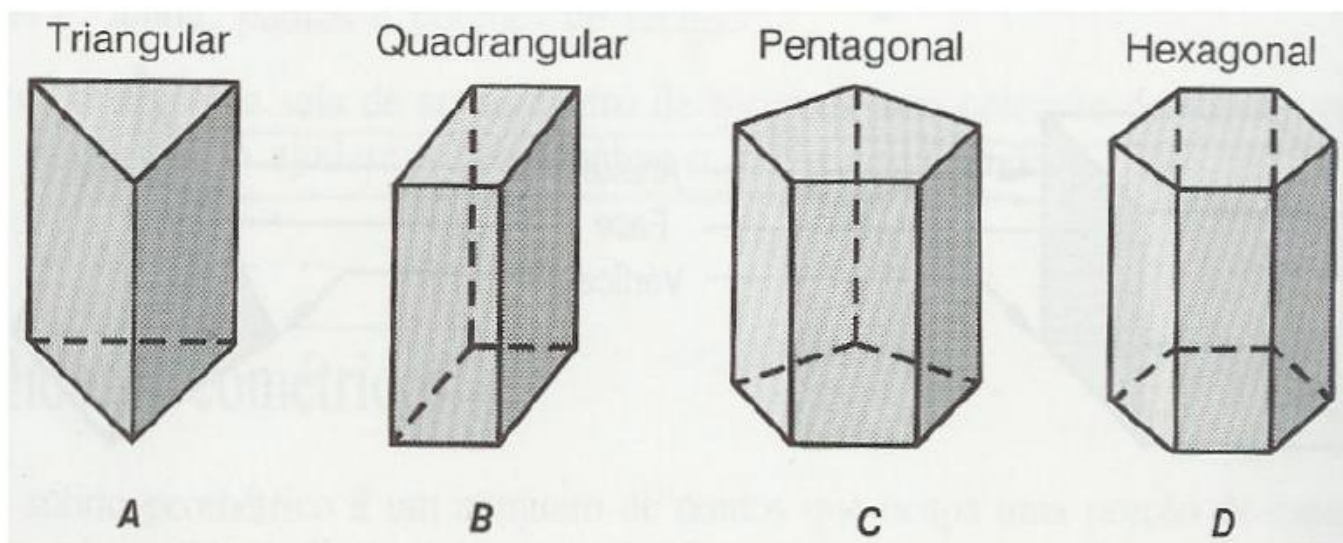
As **faces de um poliedro são polígonos**.

Certos **polígonos têm nomes especiais conforme o número dos seus lados**:



**Nota: Polígonos regulares** são polígonos cujos **lados são todos iguais**.

## ➤ OS PRISMAS



*A*: Prisma triangular porque as bases são triângulos;

*B*: Prisma quadrangular porque as bases são quadrados;

*C*: Prisma pentagonal porque as bases são pentágonos;

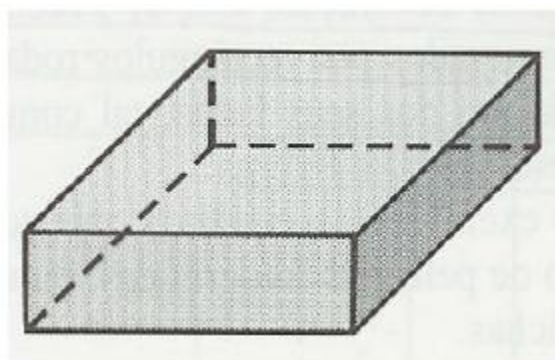
*D*: Prisma hexagonal porque as bases são hexágonos.

Os **prismas** são constituídos por **duas bases que são polígonos iguais** e as **faces laterais são paralelogramos**.

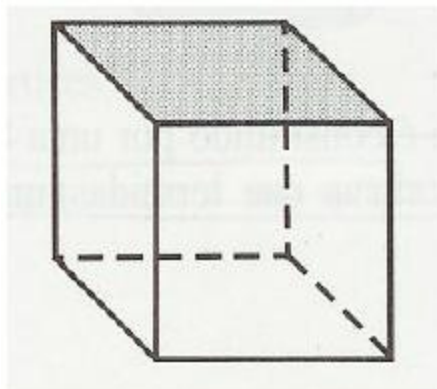
Os prismas anteriores dizem-se **prismas rectos** porque **as faces laterais são perpendiculares à base**. São também **prismas regulares** porque as **bases são polígonos regulares e as faces laterais iguais**.

Os prismas que não são rectos dizem-se **prismas oblíquos**, sendo as faces laterais oblíquas em relação à base.

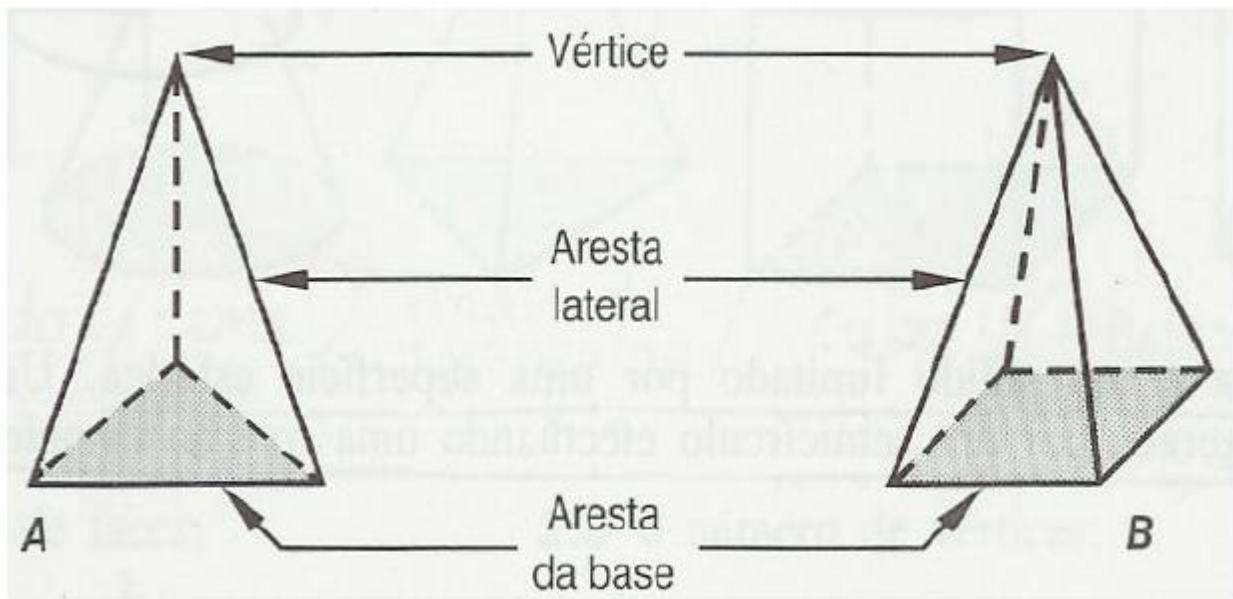
**Paralelepípedo:** prisma recto, cujas bases são rectângulos.



**Cubo:** é um caso particular de um paralelepípedo; as faces são quadradas, todas iguais entre si.



## ➤ AS PIRÂMIDES



*A*: Pirâmide triangular, pois a base é um triângulo;

*B*: Pirâmide quadrangular, pois a base é um quadrado.

As **pirâmides** são constituídas por **uma base que é um polígono** e as **faces laterais são triângulos**.

As pirâmides anteriores dizem-se rectas pois a recta que une o centro da base ao vértice é perpendicular à base. São também **pirâmides regulares** porque **a base é um polígono regular e as faces laterais são iguais**.

As pirâmides são **oblíquas** quando **a recta que une o centro da base ao vértice não é perpendicular à base**.

## FICHA DE ESTUDO 3

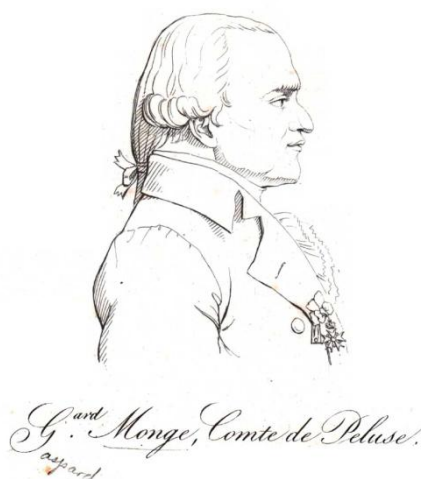
### DISCIPLINA: EDUCAÇÃO VISUAL

Nome do aluno: ..... Ano: ..... Turma: ..... Nº.....

### INTRODUÇÃO À GEOMETRIA DESCRITIVA

Geometria Descritiva foi criada por Gaspard Monge, matemático, físico, químico, militar, industrial e pedagogo. O seu trabalho foi considerado segredo militar até que, em 1799, foi permitida a sua publicação. O seu objectivo principal foi criar um sistema rigoroso de representação técnica que auxiliasse a França a acompanhar a Revolução Industrial, entretanto liderada por Inglaterra. Fundou uma escola politécnica que serviu de modelo a muitas outras de vários países da Europa. Foi também o pai da Geometria Diferencial, que estuda as curvas.

Filho de gente simples, chega aos mais altos cargos por valor próprio e não por linhagem, situação que faz dele um exemplo das ideias da Revolução Francesa.





## OBJECTO E FINALIDADES DA GEOMETRIA DESCRITIVA

O objecto da Geometria Descritiva é a representação rigorosa, no plano (na folha de papel), de objectos tridimensionais e de relações geométricas.

Tem diversas finalidades:

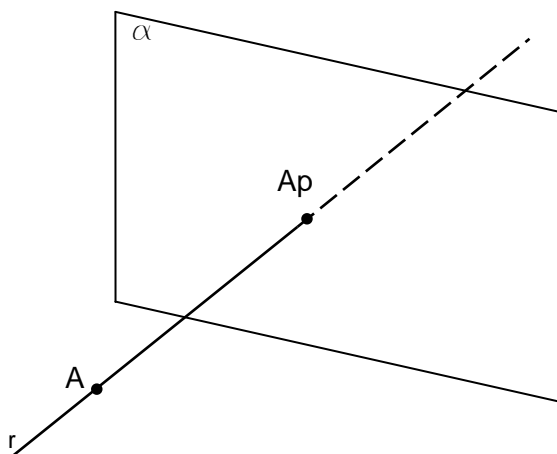
- prática e técnica, de apoio aos desenhos de projecto;
- académica, no estudo das relações geométricas;
- desenvolvimento mental, proporcionado pelo tipo de raciocínio utilizado;
- social, por interiorizar o sentido de rigor que mais tarde é aplicado na vida profissional e social.

A Geometria Descritiva é aplicável em muitas áreas profissionais, como a arquitectura, o design e a engenharia e ajuda a desenvolver a visualização espacial e pensamento lógico nos estudantes.

### A PROJEÇÃO NA GEOMETRIA DESCRITIVA

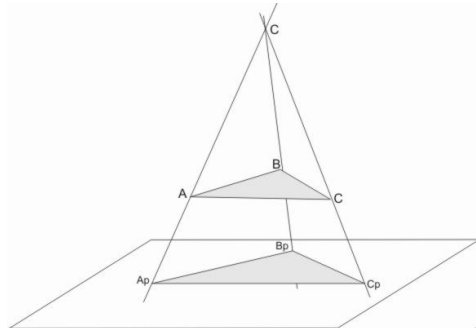
Assim como um holofote projecta uma luz num palco e um filme é projectado no ecrã do cinema, a Geometria descritiva baseia-se em sistemas de projecção constituídos por:

- Elemento (simples ou complexo) a ser projectado (A);
- Um ou mais planos de projecção ( $\alpha$ );
- Rectas projectantes (r);
- Projecção desse elemento simples ou complexo ( $A_p$ ).

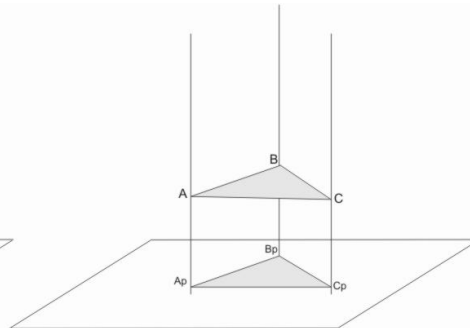


Conforme a posição relativa das rectas projectantes, entre si, consideramos haver dois grandes sistemas de projecção:

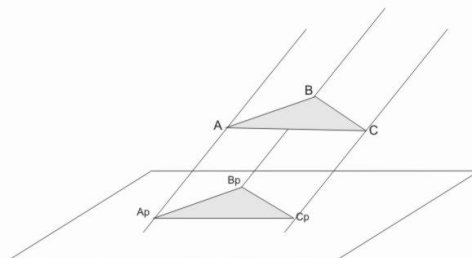
1. **Projecção Central ou Cónica**, em que as rectas projectantes concorrem num ponto;
2. **Projecção Paralela ou Cilíndrica**, em que as projectantes são paralelas, podendo ser ortogonal ou obliqua.



Projecção Central ou Cónica



Projecção Paralela Ortogonal



Projecção Paralela Oblíqua



## **Anexo 5**

Fichas de avaliação

## DISCIPLINA: EDUCAÇÃO VISUAL

<b>Nome do aluno:</b> .....	<b>Classificação/Apreciação:</b> .....
<b>Ano:</b> ..... <b>Turma:</b> ..... <b>Nº</b> .....	<b>Professor(a):</b> .....
<b>Data:</b> ...../...../.....	<b>Enc.Educação:</b> .....

### PARTE I

1.Observando a figura, verificamos que quando as paredes se encontram, formam arestas e que, quando duas arestas se encontram, definem um **ponto**.

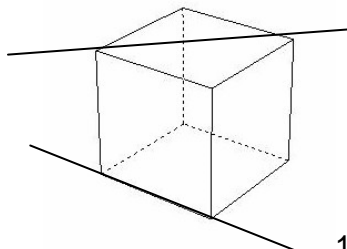


1.1.Define **ponto geométrico**.

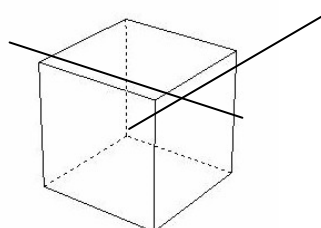
---

---

2.Observa os cubos e as rectas contidas nos mesmos. Qual a posição relativa das duas rectas, em cada cubo?



1. \_\_\_\_\_



2. \_\_\_\_\_

3. Indica se as afirmações são verdadeiras ou falsas e corrige as falsas.

A. Por um ponto A passa uma única recta

---

B. Dois pontos não definem um plano

---

C. Por três pontos, A, B e C, não colineares, passa um único plano

---

4. Indica quais as posições relativas que dois planos podem ter no espaço.

---

5. Observa as figuras.

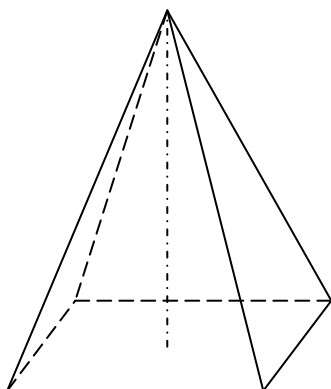


Fig.1

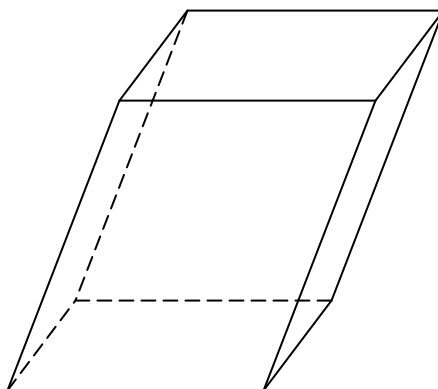


Fig.2

5.1. Quais os **sólidos geométricos** representados nas figuras.

---

6. Diz como é constituído um **cilindro** e qual é a sua altura.

---

7. Indica o que é um **cone recto**, um **cone oblíquo** e um **cone de revolução**.

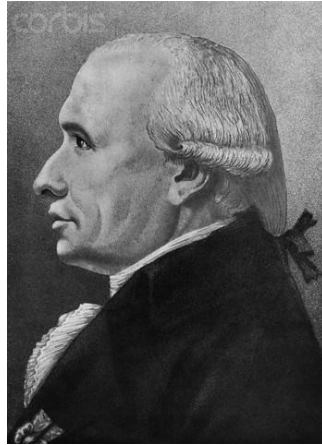
---

---

## PARTE II

1. Observe a figura. Quem criou a Geometria Descritiva?

---



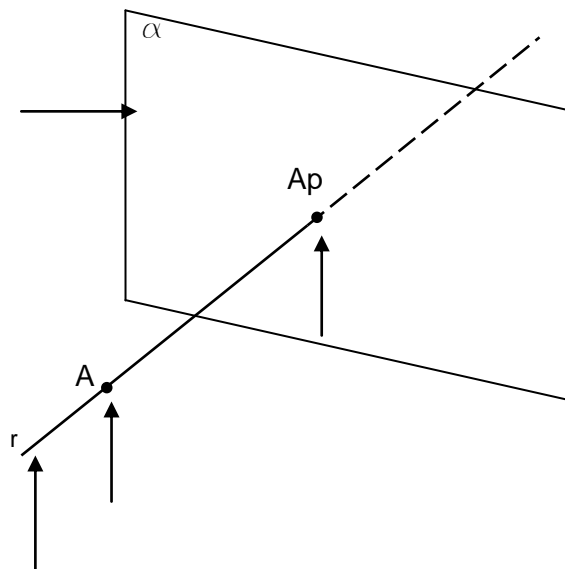
2. O que é a Geometria Descritiva?

---

---

---

3. Complete a legenda da imagem que ilustra os elementos fundamentais de toda a Geometria Descritiva.

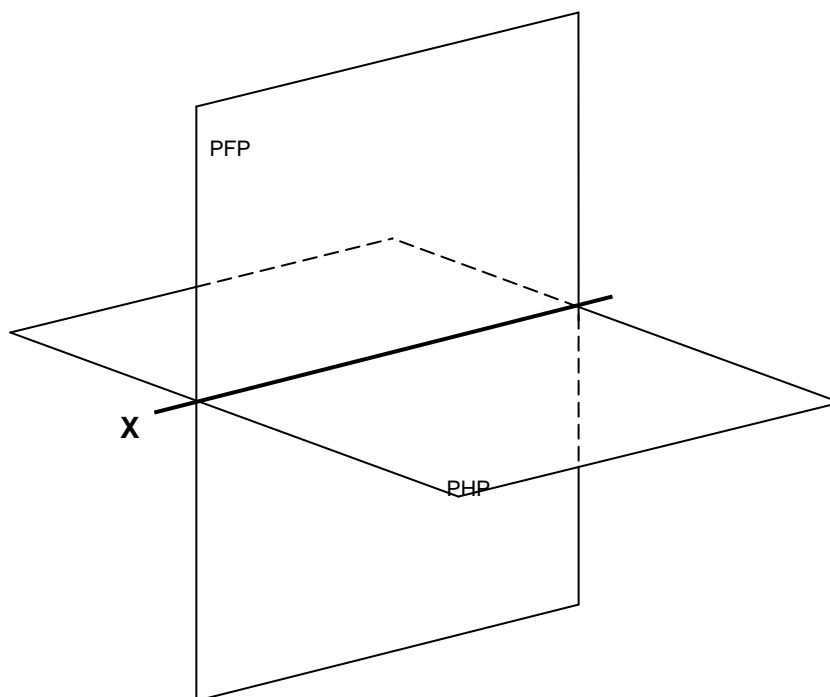


4. Conforme a posição relativa das rectas projectantes entre si, consideramos haver dois grandes **sistemas de projecção**. Quais são?

---

---

5. No **sistema de Dupla Projecção Ortogonal**, que já estudaste, dá-se o rebatimento dos planos de projecção e ficamos com um plano único, no qual temos as projecções dos pontos.



5.1. Indica a posição no espaço de cada um dos pontos que se seguem:

- |                  |                    |
|------------------|--------------------|
| A (4;3;2) _____  | B (-2;-1;-3) _____ |
| C (2;-2;2) _____ | D (3;3;-3) _____   |
| E (-4;3;0) _____ | F (-3;0;-4) _____  |
| G (0;4;3) _____  | H (0;-4;3) _____   |
| I (0;5;-3) _____ | J (-4;3;2) _____   |
| K (4;0;0) _____  | L (5;-2;-5) _____  |

5.2 Representa com rigor os pontos com as seguintes coordenadas:

**A (1; 6; 3)      I (7; -2; 2)**

**B (-3; -2; 4)      J (-7; 5; 0)**

**C (3; -5; -1)      K (0; 0; 0)**

**D (-5; 3; -7)      L (-5; -3; -3)**

**E (2; 8; 9)      M (2; 7; 9)**

**F (-4; -6; 1)      N (-6; 2; -1)**

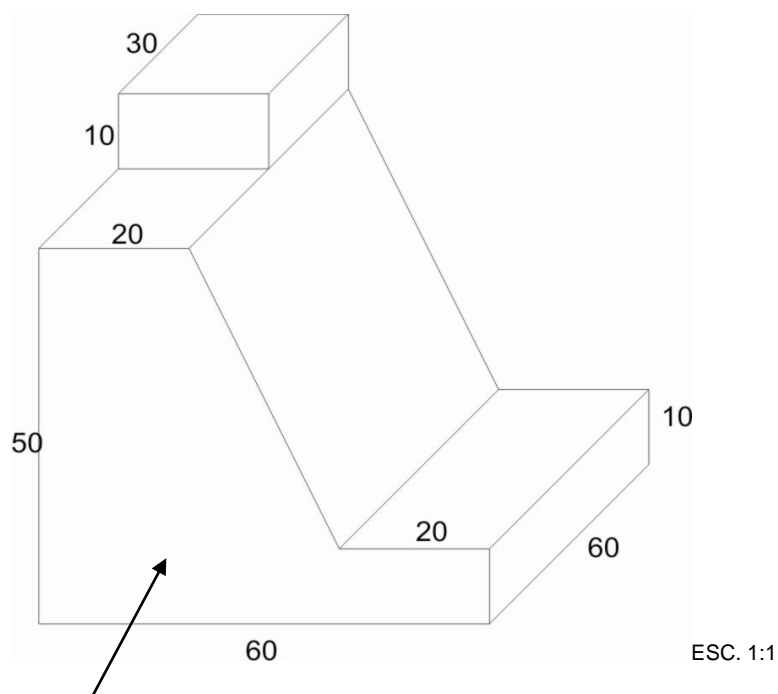
**G (5; 0; 0)      O (-1; -5; -7)**

**H (6; 0; 3)      P(5; 0; 5)**

## DISCIPLINA: EDUCAÇÃO VISUAL

<b>Nome do aluno:</b> .....	<b>Classificação/Apreciação:</b> .....
<b>Ano:</b> ..... <b>Turma:</b> ..... <b>Nº</b> .....	<b>Professor(a):</b> .....
<b>Data:</b> ...../...../.....	<b>Enc.Educação:</b> .....

1. Observa atentamente a peça em perspectiva, na qual estão indicadas as dimensões, sendo a unidade utilizada, o milímetro.



- 1.1 Considera a peça de frente, a partir da indicação dada pela seta e representa com rigor as seis projecções, à escala real, segundo o **Método Europeu**. Tem em atenção o tipo de traço para cada projecção, assim como a espessura do mesmo.

- 1.2 Realiza com rigor e segundo as normas gráficas, a cotagem da peça.

**NOTA:** realiza a esquadria e legenda do desenho.

## DISCIPLINA: EDUCAÇÃO VISUAL

<b>Nome do aluno:</b> .....	<b>Classificação/Apreciação:</b> .....
<b>Ano:</b> ..... <b>Turma:</b> ..... <b>Nº</b> .....	<b>Professor(a):</b> .....
<b>Data:</b> ...../...../.....	<b>Enc.Educação:</b> .....

1. As figuras abaixo representam, cada uma, três projecções (horizontal, frontal e de perfil) cotadas em milímetros, de uma forma tridimensional.

1.3 Representa a peça da figura 1 em **axonometria ortogonal isométrica normalizada**, à escala 1:1, sabendo que:

- a peça está situada na origem, ou seja, três faces estão assentes nos planos coordenados xy, yz e xz, respectivamente, tal como representado pelas três projecções;
- Põe em destaque as arestas visíveis e marca, também, as arestas invisíveis.

1.4 Representa a peça da figura 2 em **axonometria clinogonal cavaleira normalizada**, à escala 1:1, sabendo que:

- a peça está situada na origem, ou seja, três faces estão assentes nos planos coordenados xy, yz e xz, respectivamente, tal como representado pelas três projecções.
- Põe em destaque as arestas visíveis e marca, também, as arestas invisíveis.



FIG. 1

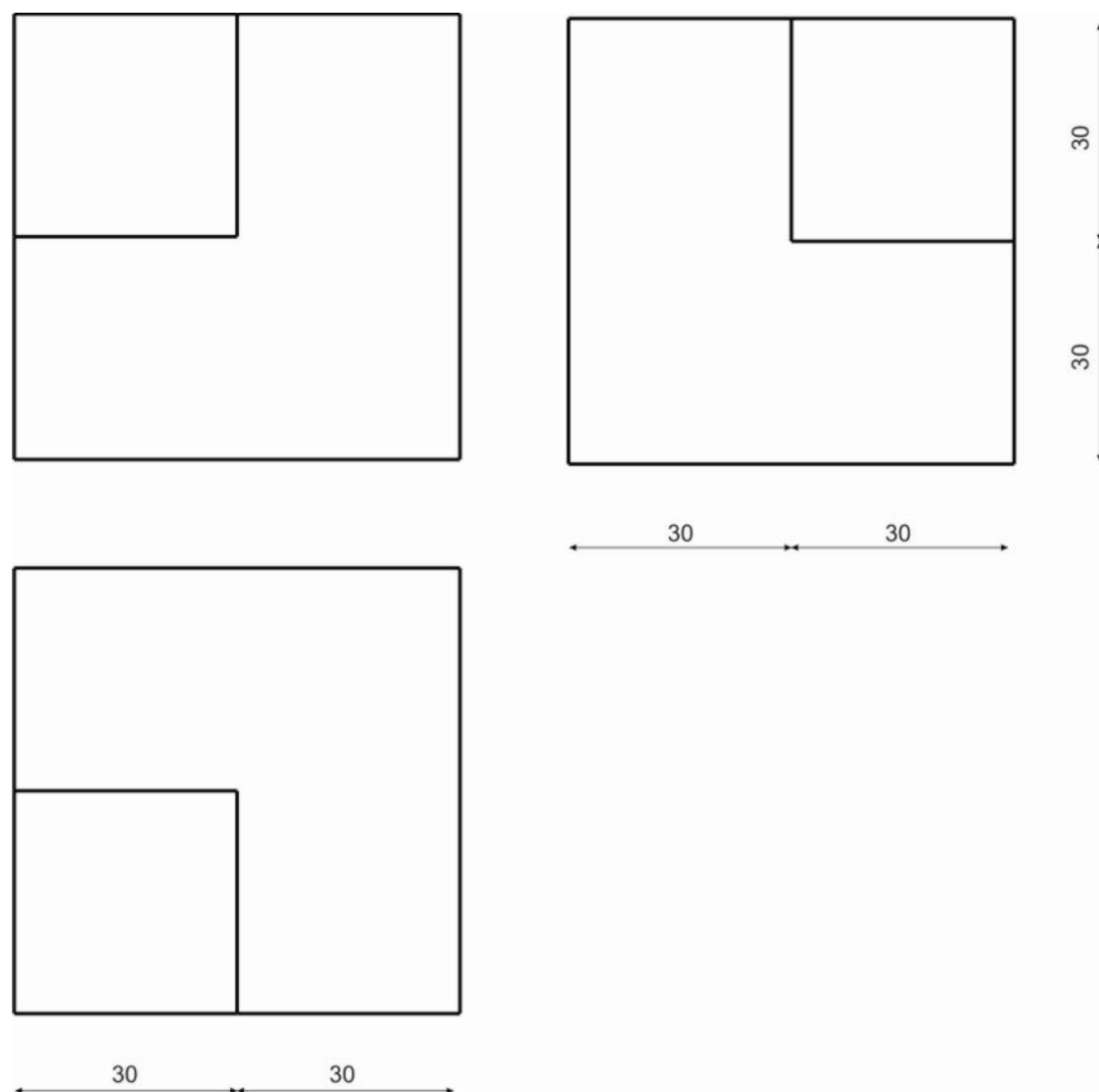
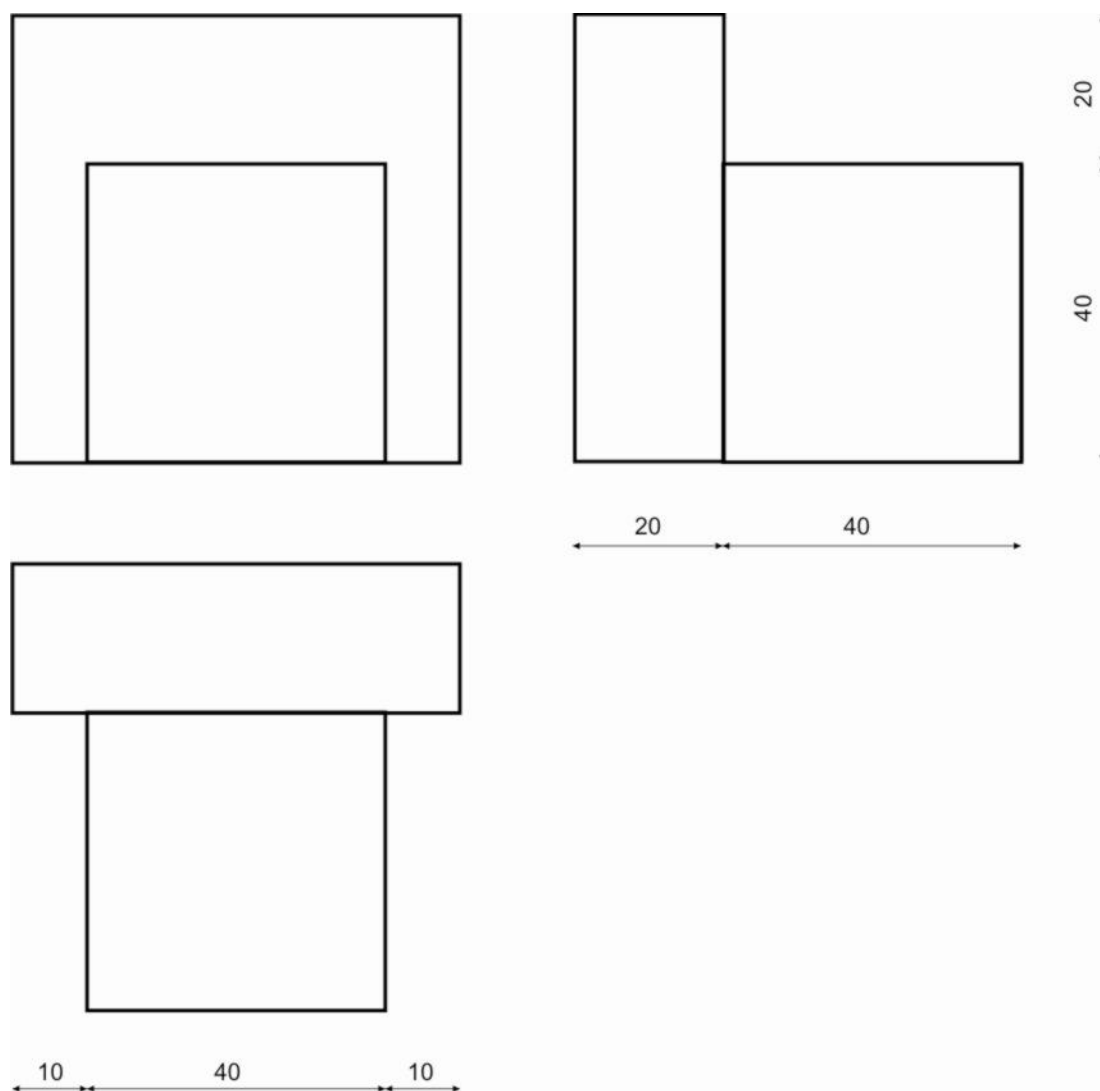


FIG. 2



## **Anexo 6**

Fichas de avaliação para PEI (Projecto Educativo Inclusivo)

## DISCIPLINA: EDUCAÇÃO VISUAL

<b>Nome do aluno:</b> .....	<b>Classificação/Apreciação:</b> .....
<b>Ano:</b> ..... <b>Turma:</b> ..... <b>Nº</b> .....	<b>Professor(a):</b> .....
<b>Data:</b> ...../...../.....	<b>Enc.Educação:</b> .....

### PARTE I

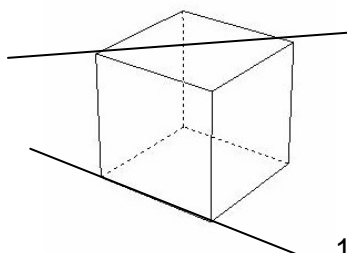
1.Observando a figura, verificamos que quando as paredes se encontram, formam arestas e que, quando duas arestas se encontram, definem um **ponto**.



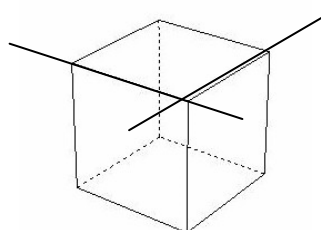
1.1.Define **ponto geométrico**.

---

2.Observa os cubos e as rectas contidas nos mesmos. Qual a posição relativa das duas rectas, em cada cubo?



1. \_\_\_\_\_



2. \_\_\_\_\_

3. Indica se as afirmações são verdadeiras ou falsas e corrige as falsas.

A. Por um ponto A passa uma única recta

---

B. Dois pontos não definem um plano

---

C. Por três pontos, A, B e C, não colineares, passa um único plano

---

4. Indica quais as posições relativas que dois planos podem ter no espaço.

---

5. Observa as figuras.

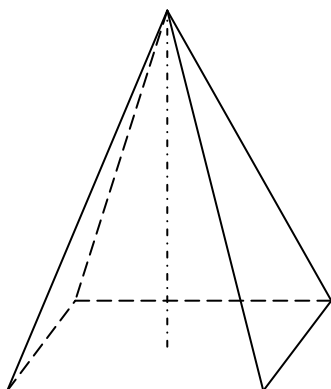


Fig.1

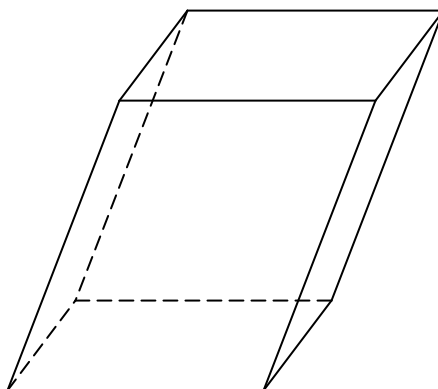


Fig.2

5.1. Quais os **sólidos geométricos** representados nas figuras.

---

6. Diz como é constituído um **cilindro** e qual é a sua altura.

---

7. Indica o que é um **cone recto**, um **cone oblíquo** e um **cone de revolução**.

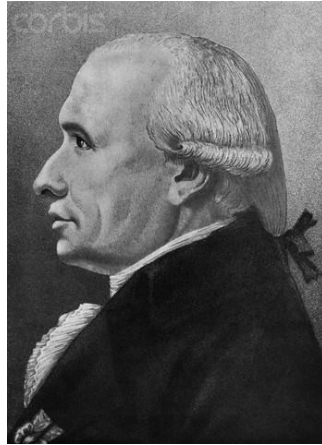
---

---

## PARTE II

1. Observe a figura. Quem criou a Geometria Descritiva?

---



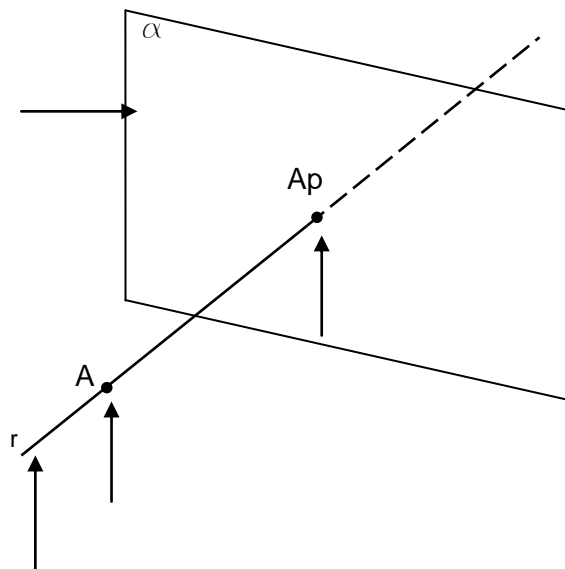
2. O que é a Geometria Descritiva?

---

---

---

3. Complete a legenda da imagem que ilustra os elementos fundamentais de toda a Geometria Descritiva.

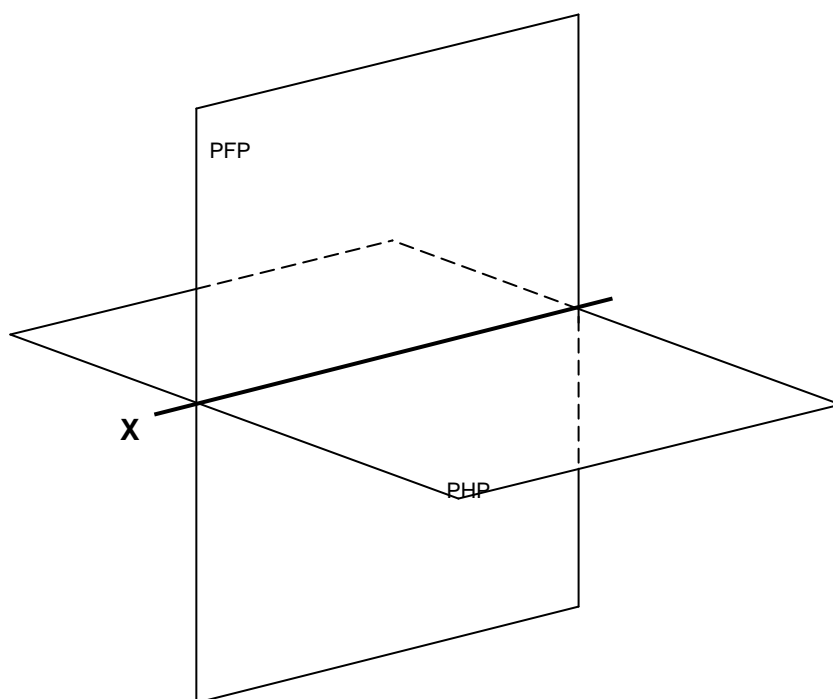


4. Conforme a posição relativa das rectas projectantes entre si, consideramos haver dois grandes **sistemas de projecção**. Quais são?

---

---

5. No **sistema de Dupla Projecção Ortogonal**, que já estudaste, dá-se o rebatimento dos planos de projecção e ficamos com um plano único, no qual temos as projecções dos pontos.



5.1. Indica a posição no espaço de cada um dos pontos que se seguem:

- |                  |                    |
|------------------|--------------------|
| A (4;3;2) _____  | B (-2;-1;-3) _____ |
| C (2;-2;2) _____ | D (3;3;-3) _____   |
| E (-4;3;0) _____ | F (-3;0;-4) _____  |
| G (0;4;3) _____  | H (0;-4;3) _____   |
| I (0;5;-3) _____ | J (-4;3;2) _____   |
| K (4;0;0) _____  | L (5;-2;-5) _____  |

5.2 Representa com rigor os pontos com as seguintes coordenadas. Indica a sua posição no espaço.

**A (1; 6; 3)** \_\_\_\_\_

**B (7; 5; 0)** \_\_\_\_\_

**C (0; 0; 0)** \_\_\_\_\_

**D (2; 8; 9)** \_\_\_\_\_

**E (5; 0; 0)** \_\_\_\_\_

**F (6; 0; 3)** \_\_\_\_\_

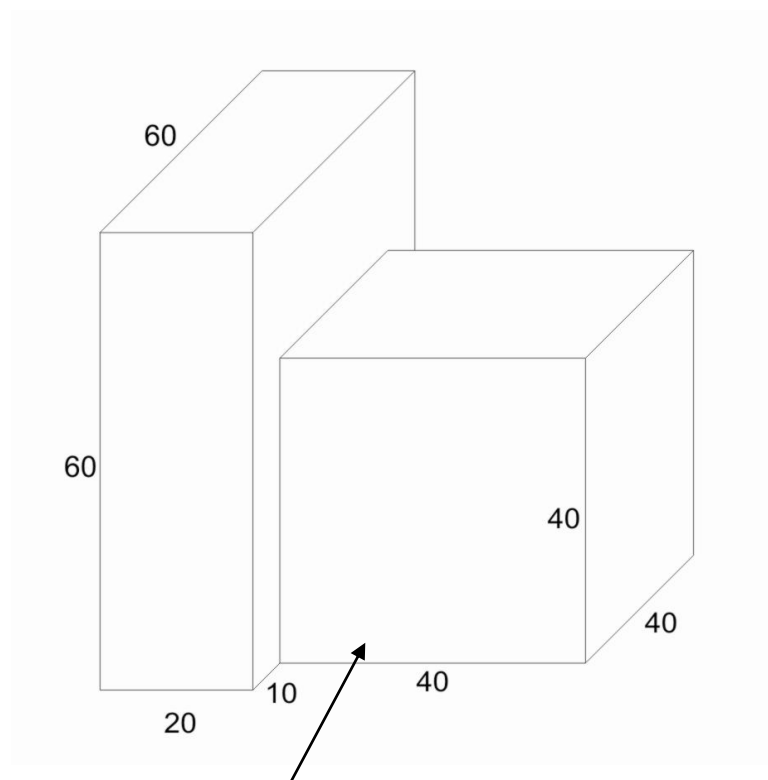
**G (5; 0; 5)** \_\_\_\_\_



## DISCIPLINA: EDUCAÇÃO VISUAL

<b>Nome do aluno:</b> .....	<b>Classificação/Apreciação:</b> .....
<b>Ano:</b> ..... <b>Turma:</b> ..... <b>Nº</b> .....	<b>Professor(a):</b> .....
<b>Data:</b> ...../...../.....	<b>Enc.Educação:</b> .....

2. Observa atentamente a peça em perspectiva, na qual estão indicadas as dimensões, sendo a unidade utilizada, o milímetro.



ESC. 1:1

- 1.5 Considera a peça de frente, a partir da indicação dada pela seta e representa com rigor as seis projecções, à escala real, segundo o **Método Europeu**. Tem em atenção o tipo de traço para cada projecção, assim como a espessura do mesmo.

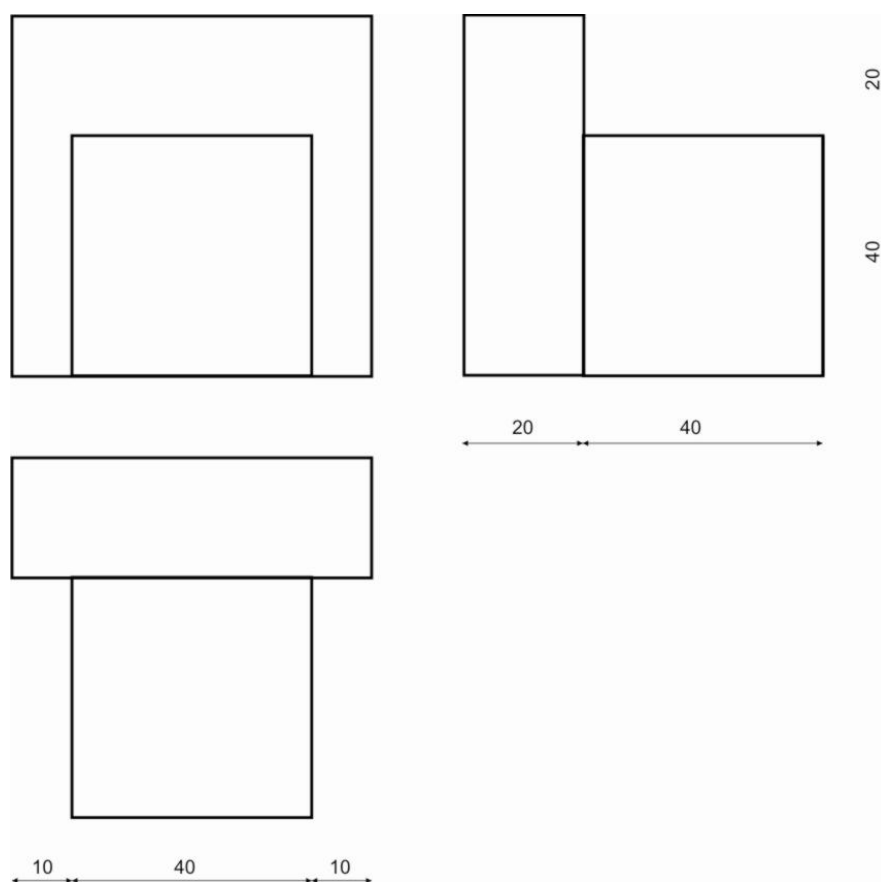
- 1.6 Realiza com rigor e segundo as normas gráficas, a cotagem da peça.

**NOTA:** realiza a esquadria e legenda do desenho.

## DISCIPLINA: EDUCAÇÃO VISUAL

<b>Nome do aluno:</b> .....	<b>Classificação/Apreciação:</b> .....
<b>Ano:</b> ..... <b>Turma:</b> ..... <b>Nº</b> .....	<b>Professor(a):</b> .....
<b>Data:</b> ...../...../.....	<b>Enc.Educação:</b> .....

A figura abaixo representa três projecções (horizontal, frontal e de perfil) cotadas em milímetros, de uma forma tridimensional.



1 - Representa a peça da figura em **axonometria ortogonal isométrica normalizada**, à escala 1:1, sabendo que:

- a peça está situada na origem, ou seja, três faces estão assentes nos planos coordenados xy, yz e xz, respectivamente, tal como representado pelas três projecções.
- Põe em destaque as arestas visíveis e marca, também, as arestas invisíveis.

2 - Representa com rigor um cubo com 8 cm de aresta, em **axonometria clinogonal cavaleira normalizada**. Põe em destaque as arestas visíveis e marca, também, as arestas invisíveis.

## **Anexo 7**

Enunciados para a construção dos modelos

Nome do aluno: ..... Ano: ..... Turma: ..... Nº.....

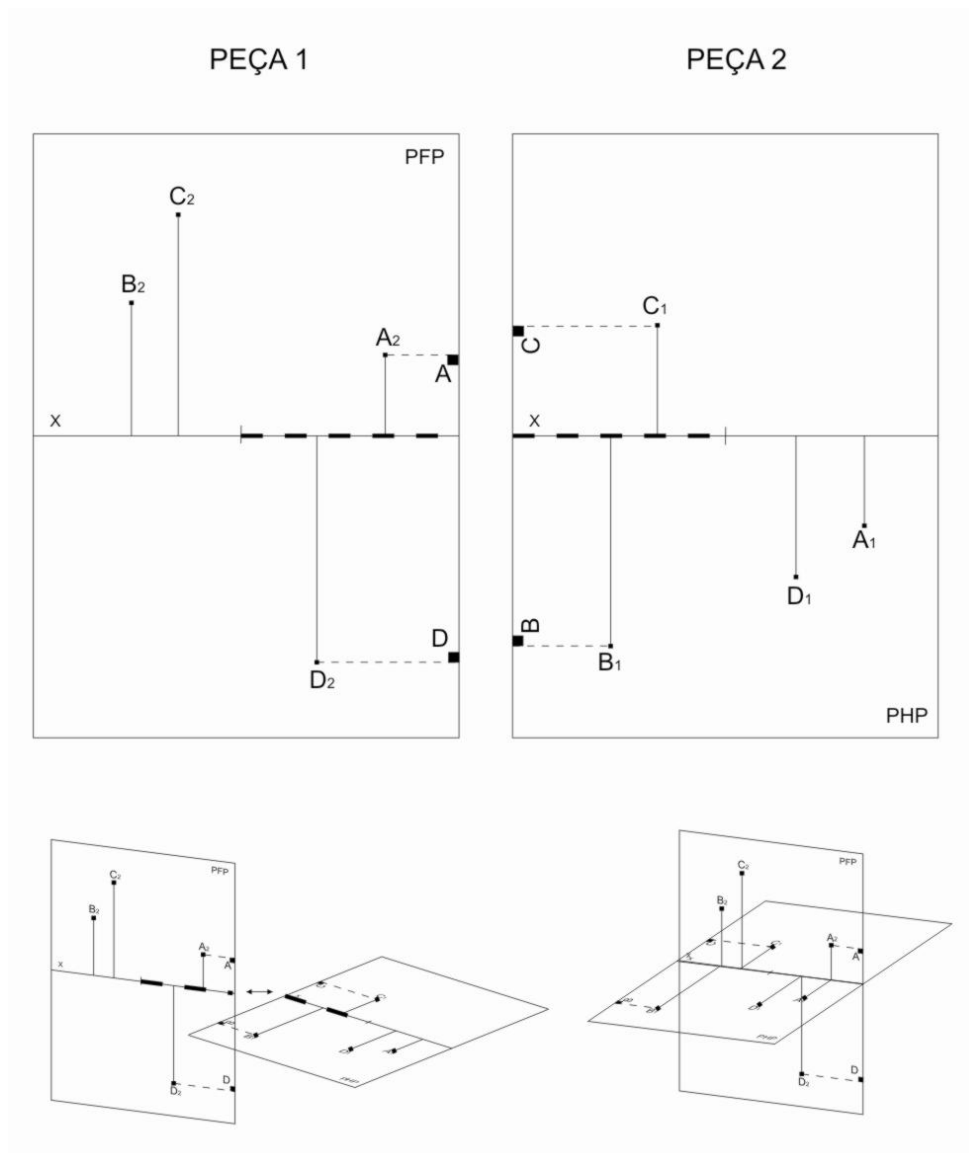
### EXERCÍCIO:

**Construção de um modelo tridimensional para o estudo do Sistema de Dupla Projecção Ortogonal.**

Materiais:

- duas placas **formato A6** de polipropileno branco transparente (ou folha de acetato); canetas de tinta permanente de várias cores (para acetato); aristo; régua; x-acto.

1. Observa a seguinte planificação e realiza a construção das duas peças, cada uma numa folha A6. Posteriormente monta as peças tal como ilustrado na figura.



## DISCIPLINA: EDUCAÇÃO VISUAL

Nome do aluno: ..... Ano: ..... Turma: ..... Nº.....

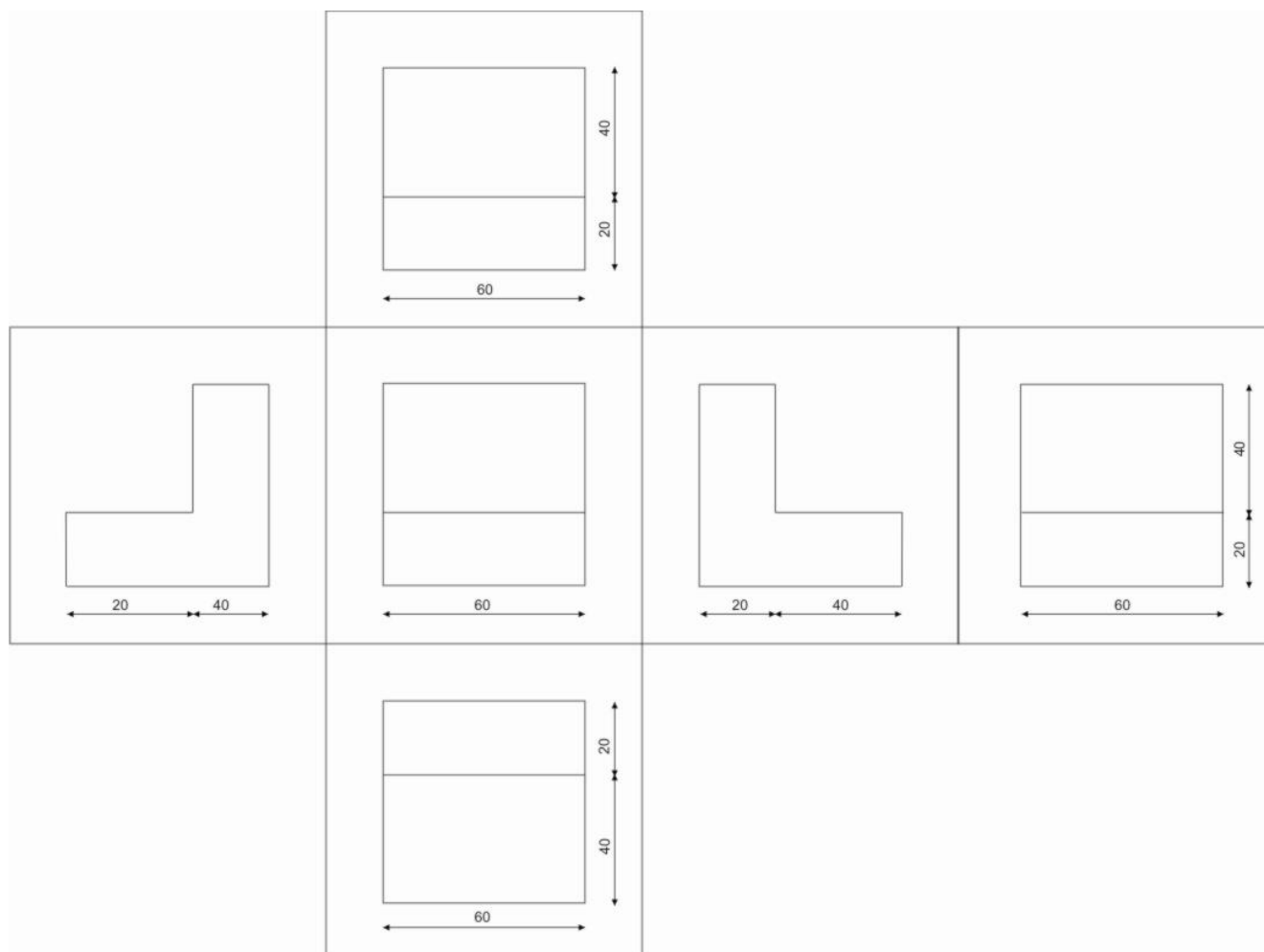
### EXERCÍCIO:

#### Construção de um modelo tridimensional para o estudo do Sistema de Dupla Projecção Ortogonal.

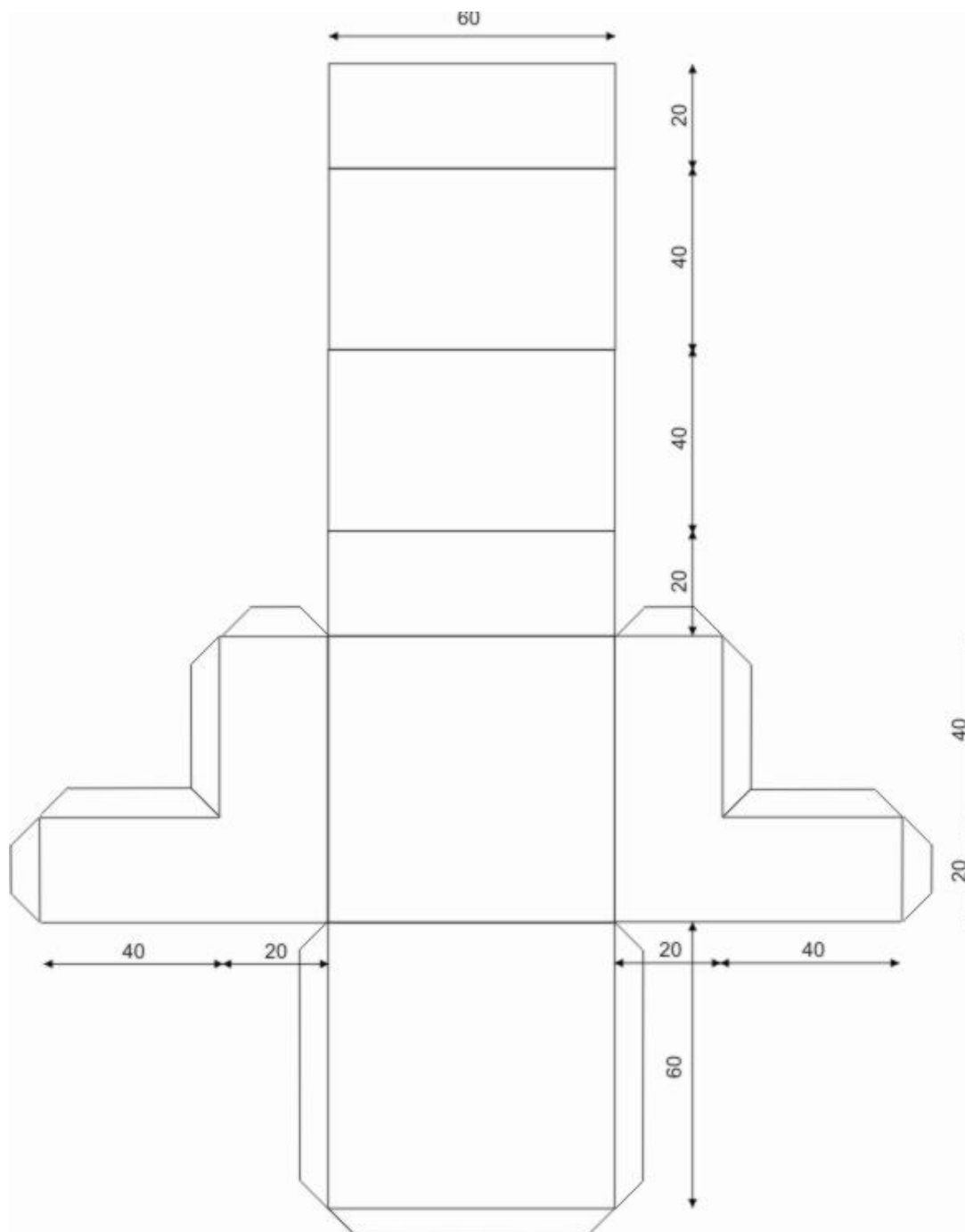
Materiais:

- polipropileno branco transparente (ou folhas de acetato); canetas de tinta permanente de várias cores (para acetato); aristo; régua; x-acto; cartolina de cor; cola líquida.

1. Observa e realiza a construção deste cubo planificado. Posteriormente, desenha o que está representado dentro de cada face do cubo, respeitando as medidas indicadas.
  - o cubo tem 10 cm de aresta;
  - cada desenho está centrado na face do cubo correspondente;
  - unidade: mm



2. Constrói uma segunda figura geométrica, a partir da planificação dada.  
- unidade: mm



## **Anexo 8**

CD com as animações/modelos digitais

